

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problems Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Off nl gungsschrift  
11 DE 3522988 A1

51 Int. Cl. 4:  
F 02 B 73/00  
F 02 B 67/04  
F 16 F 15/24

21 Aktenzeichen: P 35 22 988.8  
22 Anmeldetag: 27. 6. 85  
43 Offenlegungstag: 26. 6. 86

Behördeneigentum

DE 3522988 A1

30 Innere Priorität: 32 33 31  
13.12.84 DE 34 45 409.8

71 Anmelder:  
Kaniut sen., Herbert, Dipl.-Ing.; Kaniut jun., Claudius,  
Dr., 5000 Köln, DE

72 Erfinder:  
gleich Anmelder

Rechercheantrag gem. § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt

54 Split - Motor für Kraftfahrzeuge mit geteilter Kurbelwelle und Motor - Querwelle für Hilfsgeräte - Antriebe

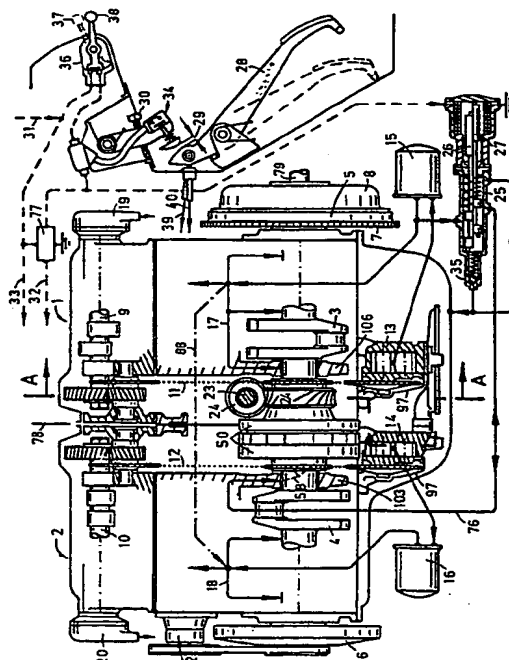
Eine zusätzliche Reduzierung der schädlichen Emissionen wird bei Kraftfahrzeugen aller Art erreicht, wenn man die antreibende Otto- oder Diesel-Brennkraftmaschine in eine Primär-Brennkraftmaschine und eine Sekundär-Brennkraftmaschine unterteilt, die eigene Teil-Kurbelwellen erhalten.

Die Primär-Brennkraftmaschine wird wie herkömmlich für den Antrieb genutzt, und sie treibt auch über eine neuartige Motor-Querwelle die Fahrzeug-Hilfsgeräte an, während die Sekundär-Brennkraftmaschine nur für die Leistungsfahrt automatisch gestartet und zugeschaltet, dagegen bei Schubfahrt wieder automatisch abgetrennt und gestoppt wird.

Die Zu- und Abschaltung der Sekundär-Brennkraftmaschine verrichtet eine neuartige Kupplung zwischen den Teil-Kurbelwellen, die durch das Fahrpedal ohne Zutun des Fahrers gesteuert wird, und die außerdem eine automatische Synchronisierung der Kurbelstellungen der beiden Teil-Kurbelwellen bewirkt.

Ein zusätzlicher Schalter am Armaturenbrett gestattet das Hinzuschalten der Sekundär-Brennkraftmaschine, z. B. für Autobahn-Schlängenfahrten, auszuschließen.

Der Split-Motor ergibt eine multiplikative Verminderung der schädlichen Emissionen, spart zusätzlich Kraftstoff und ermöglicht preisgünstige Motoren-Sonderkonstruktionen.



DE 3522988 A1

PATENTANSPRÜCHE

- 1) Split-Motor für Kraftfahrzeuge, bestehend aus zwei Teil-Brenn-  
kraftmaschinen, die jeweils komplette Brennkraftmaschinen sind und  
die die Fähigkeit haben, selbständig zu funktionieren und Leistung ab-  
zugeben, von denen eine Teil-Brennkraftmaschine nur bei höherer Lei-  
5 stungsanforderung für den Antrieb des Kraftfahrzeuges mitgenutzt wird,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß eine Teil-Brennkraftmaschine, als Primär-Brennkraftmaschine (1)  
bezeichnet, durch ihre Abtriebswelle (79) mit dem Getriebe des Fahr-  
zeuges verbunden ist, und die zweite Teil-Brennkraftmaschine, als  
10 Sekundär-Brennkraftmaschine (2) bezeichnet, gemäß den veränderli-  
chen Leistungsanforderungen, die durch die Fahrsituationen des Kraft-  
fahrzeuges bestimmt werden, periodisch hinzugeschaltet und dabei  
automatisch gestartet und automatisch an die Primär-Brennkraftmaschi-  
ne angekuppelt wird; - und auch wieder automatisch abgekuppelt und  
15 gestoppt wird; wodurch Kraftstoff gespart wird, und wodurch die Menge  
der ausgestoßenen Abgase und damit die Menge der schon umweltbe-  
dingt reduzierten schädlichen Abgas-Emissionen auf Straßenkreuzungen  
in der Stadt und bei Auto-Schlängenfahrten noch einmal auf etwa die  
Hälfte heruntersgesetzt und multiplikativ reduziert wird; und  
20 daß hierfür Motoren-Baugruppen bereitgestellt und miteinander kombi-  
niert werden, die die nachfolgenden Konstruktions- und Steuerungs-  
Merkmale aufweisen:  
(a) die Gesamt-Kurbelwelle, bestehend aus den zwei Teil-Kurbel-  
wellen der Teil-Brennkraftmaschinen, ist mit ihren Kurbel-Stellungen  
25 und mehrartigen Gegenmassen (91; 92; 104; 110; 112; 114 und 116) so ge-  
staltet, daß sie die freien Kräfte und die freien Kippmomente erster  
und zweiter Ordnung aus hin und her gehenden und aus umlaufenden  
Triebwerks-Massen des Gesamt-Split-Motors ausgleicht, und ist für die  
Teil-Brennkraftmaschinen so unterteilt und gestaltet, daß auch die Teil-  
30 Kurbelwellen und insbesondere die Teil-Kurbelwelle (3) der Primär-  
Brennkraftmaschine (1) die freien Kräfte erster und zweiter Ordnung  
und die freien Kippmomente erster Ordnung aus hin und her gehenden  
Triebwerks-Massen und die freien Kräfte und Kippmomente aus umlau-  
fenden Triebwerks-Massen der Primär-Brennkraftmaschine ausgleicht;  
35 wobei zum angeführten Ausgleich der freien Kräfte und der freien

(Fortsetzung, Anspruch 1)

- Kippmomente außer den Kurbelwellen auch unterteilte Split-Ausgleichswellen erster Ordnung (93; 94) mit mehrartigen Gegenmassen (101; 102; 105; 111; 113; 115 und 117) beitragen;
- (b) zwischen der Primär- und der Sekundär-Brennkraftmaschine (1 und 2) und insbesondere zwischen der Teil-Kurbelwelle (3) der Primär-Brennkraftmaschine und der Teil-Kurbelwelle (4) der Sekundär-Brennkraftmaschine ist eine halbautomatische Kupplung (50) mit Drehschwingungs-Dämpfer (71) angeordnet, die beide Teil-Kurbelwellen periodisch verbindet, die zum Starten der Sekundär-Brennkraftmaschine durch die arbeitende Primär-Brennkraftmaschine dient, und die Bauteile umfasst, die beim Hinzuschalten der Sekundär-Brennkraftmaschine eine automatische Synchronisierung der Kurbelstellungen der beiden Teil-Kurbelwellen (3 und 4) herbeiführt, wodurch der unter (a) angeführte Ausgleich der freien Kräfte und der freien Kippmomente durch die Gesamt-Kurbelwelle und die Split-Ausgleichswelle vervollständigt wird;
- (c) die halbautomatische Kupplung (50) wird durch Drucköl aktiviert, das dem Schmieröl-System der (arbeitenden) Primär-Brennkraftmaschine entnommen, und dessen Zu- und Abfluß durch einen elektromagnetisch betätigten Drucköl-Schalter (25) gesteuert wird, wobei der Drucköl-Schalter mit einem elektrischen Schleppkontakt-Geber (34), mit Ein- und Aus-Schaltfunktion, am Fahrpedal (28) verbunden ist, der Geber außerdem noch die Zündung der Sekundär-Brennkraftmaschine ein- und ausschaltet, und das gleichsinnig mit dem Drucköl-Schalter (25); und wobei das Hinzuschalten und Abschalten der Sekundär-Brennkraftmaschine kein weiteres Zutun des Fahrers erfordert;
- (d) die Hinzuschaltung der Sekundär-Brennkraftmaschine (2) erfolgt insbesondere für die Beschleunigungsfahrt, für die Schnellfahrt, für die Steigungsfahrt und für Anhängerlasten; - und die Abschaltung und Stoppung der Sekundär-Brennkraftmaschine erfolgt insbesondere für die Langsamfahrt, wie z.B. Auto-Schlängelfahrten, und für kurze Aufenthalte, z.B. vor Verkehrsampeln;
- (e) am Armaturenbrett des Kraftfahrzeuges ist ein besonderer Schalter (36) angebracht, mit dem der Fahrer das Hinzuschalten der Sekundär-Brennkraftmaschine (2) für z.B. Autobahn-Schlängelfahrten ausschließen kann, so daß nur die Primär-Brennkraftmaschine (1) allein den gesamten Antrieb des Kraftfahrzeuges übernimmt;

(Fortsetzung, Anspruch 1)

- (f) die Teil-Brennkraftmaschinen(1; 2) haben außer den Teil-Kurbelwellen (3; 4) eigene Schwungräder (5; 6), eigene Teil-Nockenwellen (9; 10), eigene Rollenketten-Triebe (11; 12) zum jeweils eigenen Ventiltrieb und zur jeweils eigenen Ölpumpe, eigene
- 5 Schmieröl-S<sup>y</sup>steme mit Ölpumpen (13; 14), Ölfiltern (15; 16) und Versorgungsleitungen (17; 18), eigene Zünd-Systeme (19; 20), eigene Kühlwasser-Mäntel (89; 90) für die Motorenzylinder, eigene Wasserpumpen (21; 22), eigene Thermostat-Ventile (80; 83), eigene Motor-Blöcke, mit einer zur Kurbelwellenachse senkrechter Trennflansch-
- 10 Ebene (78), wobei der Motorblock auch einteilig sein kann, u.s.w.;
- (g) im Motorblock sind die Primär-und die Sekundär-Brennkraftmaschine hintereinander angeordnet, die Primär-Brennkraftmaschine (1), beim Längseinbau der Antriebseinheit im Fahrzeug, hinten liegend, mit direktem Abtrieb (79) zum Getriebe des Fahrzeuges, und die
- 15 Sekundär-Brennkraftmaschine (2) vorn liegend und am abtriebsfreien Ende des Blockes;
- (h) die meisten Hilfsgeräte (46) des Kraftfahrzeuges, wie Lichtmaschine, Lenkhilfepumpe, Klimakompressor u.s.w. werden durch die Primär-Brennkraftmaschine (1) mit Hilfe einer besonderen Motor-
- 20 Querwelle (23) angetrieben (FIG. 1; FIG. 2; FIG. 15 und FIG. 16), die durch ein Schraubenräder-Paar (24) mit der Teil-Kurbelwelle (3) verbunden ist; die Motor-Querwelle tritt aus den Seitenwänden des Motor-Blockes beiderseitig aus, ist in den Block-Seitenwänden gelagert, steht aus den Lagerstellen nur kurz heraus und trägt außen
- 25 Treibriemenscheiben (21; 43), entweder direkt an der Motor-Querwelle oder an Verlängerungs-Wellenstücken (42); und die Hilfsgeräte (46) des Kraftfahrzeuges sind karosseriefest montiert (FIG. 15 und FIG. 16);
- (j) das Kühl-System (FIG. 27) des Split-Motors ist so geschaltet,
- 30 daß sich zuerst die gestartete Primär-Brennkraftmaschine (1) schnell anwärmt, danach erwärmt der Warmwasser-Strom, von der Primär-Brennkraftmaschine kommend, vorrangig die Sekundär-Brennkraftmaschine (2) und hält sie betriebswarm, auch wenn die Sekundär-Brennkraftmaschine nicht arbeitet, und erst danach wird der Warm-
- 35 wasser-Strom in den Fahrzeug-Kühler (85) geleitet;

(Fortsetzung, Anspruch 1)

- (k) der Split-Motor bezieht sich auf Brennkraftmaschinen, die nach dem Otto-Verfahren und nach dem Diesel-Verfahren arbeiten, und ist für Hubkolben-Maschinen und für Kreiskolben-Maschinen vorgesehen; bei Kreiskolben-Maschinen bestehen die Primär-Brennkraftmaschine und die Sekundär-Brennkraftmaschine mindestens aus je einem Kreiskolben und der dazugehörigen Gehäuse-Einheit; der Split-Motor kann auch in Mix-Bauweise hergestellt werden, d.h. aus einer Otto-Teil-Brennkraftmaschine und einer Diesel-Teil-Brennkraftmaschine, oder aus einer Hubkolben-Teil-Brennkraftmaschine und einer Kreiskolben-Teil-Brennkraftmaschine bestehen; außerdem wird der Split-Motor für alle Arten von Kraftfahrzeugen bereitgestellt, und das insbesondere für:
- Landfahrzeuge, wie Straßenfahrzeuge, Schienenfahrzeuge u.s.w., Wasserfahrzeuge und Luftfahrzeuge.
- 2). Split-Motor für Kraftfahrzeuge nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Fahrpedal (28) die Vergaser-Drosselklappen oder die Benzin-oder Dieselöl-Einspritzanlagen nach den Kurven der (FIG. 3) betätigt, das ist: die Primär-Brennkraftmaschine erst vorrangig ansteigend, dann im Anstieg nachlassend und schließlich in die progressiv ansteigende Kurve der Sekundär-Brennkraftmaschine allmählich einmündend; daß der Hinzuschaltungs-Punkt der Sekundär-Brennkraftmaschine für die Schnellfahrt und der Abschaltungs-Punkt für die Langsamfahrt einstellbar sind, und der für den Hinzuschaltungs-Punkt maßgebende Abstand (29) zwischen Fahrpedal (28) und Schleppkontakt-Geber (34) durch eine Einstellschraube (30) veränderbar ist; daß die Abschaltung der Sekundär-Brennkraftmaschine durch ein Verzögerungs-Ventil (35) am Drucköl-Schalter (25) und durch ein Verzögerungs-Schalter (77) im Zündsystem der Sekundär-Brennkraftmaschine trotz Zurücknahme des Fahrpedals kurzzeitig verzögert wird, um beim Gangwechsel von Handschalt-Getrieben ein Zwischenstopp der Sekundär-Brennkraftmaschine zu vermeiden;

- daß der Drucköl-Schalter (25) und insbesondere sein hydraulischer Teil im Motor-Block, z.B. in der Block-Querwand des hinteren Kurbelwellen-Hauptlagers (103) der Sekundär-Brennkraftmaschine (2), untergebracht ist (FIG. 6 und FIG. 14), während der elektromagnetische Teil des Drucköl-Schalters außerhalb des Motor-Blocks liegt;
- 5 daß der Drucköl-Strom vom Drucköl-Schalter über eine Leitung (76) zum hinteren Kurbelwellen-Hauptlager (103) der Sekundär-Brennkraftmaschine, und weiter durch Bohrungen (58) in der Teil-Kurbelwelle (4) in die halbautomatische Kupplung (50) gelangt; und
- 10 daß das vom Drucköl-Schalter zuströmende Drucköl auch für die Schmierung des hinteren Kurbelwellen-Hauptlagers (103) dient, das an die Schmieröl-Versorgung (18) der Sekundär-Brennkraftmaschine (2) nicht angeschlossen ist.
- 3). Split-Motor für Kraftfahrzeuge nach Anspruch 1 und 2,
- 15 dadurch gekennzeichnet, daß die halbautomatische Kupplung (50) aus:
- \* einer Reibkupplung mit Zweirichtungs-Funktion (FIG. 6 und FIG. 14), bei der beide relativen Gleit-Richtungen, nach vorwärts und nach rückwärts, genutzt werden;
  - 20 \*\* einer Sperrklinken-Kupplung (FIG. 6 bis FIG. 13) mit nur einer Einrast-Position der Sperrklinken je volle Relativ-Umdrehung der beiden Teil-Kurbelwellen (3 und 4) und alternativ zu \*\*
  - \*\*\* einer Sperrklinken-Kupplung mit zusätzlichem Planeten-Getriebe (73; 74; 75) (FIG. 7 bis FIG. 14) und mit nur einer
  - 25 Einrast-Position der Sperrklinken je zwei volle Relativ-Umdrehungen der beiden Teil-Kurbelwellen (3 und 4) besteht;
- daß beim Startvorgang der Sekundär-Brennkraftmaschine (2) durch
- 30 die als Startermotor dienende Primär-Brennkraftmaschine (1) (FIG. 10), die Reibkupplung durch Reibschluß und mit anfänglichem Schlupf die Sekundär-Brennkraftmaschine in Umdrehungen versetzt, wofür die Reibkupplung eine ölbenetzte Scheibenkupplung mit einer mittig liegenden gehärteten Reibscheibe (51/52) und zwei außen liegenden Reibringen, einem großen Reibring (53) und einem kleinen Reibring (54), z.B.
- 35 aus einer Kupfer-Legierung, mit dicht liegenden konzentrischen



Rillen und mit in Abständen liegenden radialen Rillen an den Reib-  
flächen, ist, der große Reibring axial an die Reibscheibe angepresst  
wird und die Reibscheibe in der Zylinderrollen-Wälzlagerung (48) axial  
verschiebt, so daß sie auch mit dem nicht verschiebbaren kleinen  
5 Reibring in Kontakt kommt, der große Reibring auf seiner Peripherie  
und auf der zur Reibfläche entgegengesetzter Seite einen Ringvorsatz  
mit innerer Hohl-Kegelfläche hat, der in entsprechende keilförmige  
Ausschnitte in mehreren radial in einem scheibenförmigen Zylinder-  
körper (55) und in Zylindern (72) angeordneten Betätigungs-Kolben (56)  
10 eingreift, so daß bei Beaufschlagung der Kolben mit Drucköl aus dem  
Drucköl-Schalter (25), die Kolben sich radial nach außen bewegen und  
durch die Keilwirkung zwischen den Ausschnitten und der Hohl-Kegel-  
fläche des Ringvorsatzes den großen Reibring axial verschieben, und  
die Reibkupplung zum Reibschluß kommt; wobei der Zylinderkörper (55)  
15 und die Reibringe mit der Teil-Kurbelwelle (4) der Sekundär-Brenn-  
kraftmaschine (2) verbunden sind, und die Reibscheibe (51/52) von der  
Teil-Kurbelwelle (3) der Primär-Brennkraftmaschine (1) mittels des  
Drehschwingungs-Dämpfers (71) angetrieben wird;  
daß für die automatische Synchronisierung der Kurbelstellungen der  
20 beiden Teil-Kurbelwellen (3 und 4) (FIG. 11 und FIG. 12) die Reib-  
kupplung mit Zweirichtungs-Funktion so bemessen ist, daß sie für  
die Übertragung des Anwurf-Drehmomentes der Sekundär-Brennkraft-  
maschine (2) ausreicht, - jedoch für die Übertragung des Leistungs-  
Drehmomentes der arbeitenden Sekundär-Brennkraftmaschine unterdimen-  
25 sioniert ist und im geschlossenen Zustand nach dem Anspringen der  
Sekundär-Brennkraftmaschine (langsam) durchrutscht, - jetzt aber mit  
umgekehrter relativer Gleit-Richtung als beim Start-Vorgang (!) -,  
was so lange andauert, bis die Sperrklinken (60) der Sperrklinken-  
Kupplung in ihre Zahnlücken in der Reibscheibe (51/52) einrasten und  
30 die Übertragung des Drehmomentes der arbeitenden Sekundär-Brenn-  
kraftmaschine übernehmen;  
daß die Sperrklinken-Kupplung insbesondere zwei diametral gegenüber-  
liegende und federbelastete (63) Sperrklinken (60) mit Gegengewichten  
(61) hat, die in die Reibscheibe (51/52), die mit zwei diametral  
35 gegenüberliegenden Zahnlücken zugleich Sperrrad ist, einrasten,  
während die

(Fortsetzung, Anspruch 3)

Drehzapfen (62) der Sperrklinken am Zylinderkörper (55) befestigt sind; die Sperrklinken auf zwei zueinander axial versetzten Spuren (70) (FIG. 8) laufen, und die Zahnlücken in der Reibscheibe wechselseitig und jeweils außenseitig einen Vollsteg (68; 69) aufweisen, so daß

5 jede Sperrklinke über den Vollsteg der falschen Zahnücke rübergleitet und immer nur in die richtige, das ist ihre eigene Zahnücke einrasten kann, wodurch die Sperrklinken-Kupplung nur eine Einrast-Position der Sperrklinken je volle Relativ-Umdrehung der beiden Kupplungs-Hälften und der beiden Teil-Kurbelwellen (3 und 4) hat;

10 und die Sperrklinken außerdem für den entkuppelten Zustand der beiden Teil-Kurbelwellen angehoben werden, wofür je Sperrklinke ein Anhebe-Hebel (64) mit federndem Zahn dient, der auf einer kurzen und im Zylinderkörper (55) gelagerten Welle mit auf der anderen Seite des Zylinder-Körpers liegenden Wippe (65) befestigt ist,

15 wobei die Wippe einerseits durch einen druckölbetätigten Kolben (66) und andererseits durch eine Rückstell-Feder (67), beide im Zylinderkörper (55) untergebracht, beaufschlagt wird, und die Rückstell-Feder (67) so stark ist, daß sie die Feder (63) der Sperrklinke überwindet und die Sperrklinke anhebt, - jedoch bei Aktivierung

20 der halbautomatischen Kupplung durch Drucköl, das Öl durch eine Zwischen-Bohrung (FIG. 7) auch in den Zylinder des Wippen-Kolbens (66) gelangt, der Wippen-Kolben die Rückstell-Feder (67) überwindet und die Sperrklinke(n) (60) auf die Reibscheibe absenkt;

daß die halbautomatische Kupplung (50), wie oben unter \*\*\* angeführt, auch eine Alternativ-Ausführung hat, bei der die Sperr-

25 klinken nur eine Einrast-Position je zwei volle Relativ-Umdrehungen der beiden Kupplungs-Hälften und Teil-Kurbelwellen (3 und 4) haben, was durch ein zusätzliches Planeten-Getriebe (73; 74; 75) (FIG. 14) mit dem Übersetzungs-Verhältnis 1/2 zwischen der Teil-Kurbel-

30 welle (3) der Primär-Brennkraftmaschine (1) und dem Sperrad (52) erreicht wird; wobei das Sonnen-Zahnrad (74) des Getriebes mit der Teil-Kurbelwelle (4) der Sekundär-Brennkraftmaschine (2) drehfest verbunden ist, die mindestens zwei Stück Satelliten-Zahnräder (73)

des Getriebes, am Umfang gleichmäßig verteilt, an der Reibscheibe (52), die auch Sperrad und Satelliten-Träger ist, drehbar befestigt sind, und das äußere Hohl-Zahnrad (75) des Planeten-Getriebes mit Hilfe des Drehschwingungs-Dämpfers (71) mit der Teil-Kurbelwelle (3) der Primär-Brennkraftmaschine (1) verbunden ist; daß beim Abkupplungs-Vorgang der Sekundär-Brennkraftmaschine (2) von der Primär-Brennkraftmaschine (1) (FIG. 13) der ausgeschaltete Drucköl-Schalter (25) den Öldruck in der halbautomatischen Kupplung (50) und insbesondere in den Zylindern (66 und 72) absenkt, wodurch die Reibkupplung (51/52; 53; 54) gelöst, und die Sperrklinken (60) angehoben werden.

4). Split-Motor für Kraftfahrzeuge nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Motor-Querwelle (23) (FIG. 1; FIG. 2; FIG. 15 und FIG. 16) beiderseits des Motor-Blocks Wellen-Biegekupplungen mit Gummischeiben (41) oder Kreuzgelenke erhält; die Verlängerungs-Wellenstücke (42) bis zu den Karosserie-Wänden reichen, wo in Elastomer-Polstern eingebettete Stützlager (44) angeordnet sind (FIG. 2), und die Polster-Fassungen für das Einlegen der Treibriemen zweiteilig ausgeführt sind; die Stützlager bei Motor-Längseinbau im Fahrzeug (FIG. 15) mittels Beschlägen am Vorderachs-Querträger oder an den Karosserie-Seitenwänden, und bei Motor-Quereinbau im Fahrzeug (FIG. 16) an Karosserie-Querwänden oder an Auslegern des Motor-Blocks befestigt sind.

5). Split-Motor für Kraftfahrzeuge nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Teil-Nockenwellen, die Zylinder-Ansaugkanäle und die Zylinder-Brennräume der Primär-Brennkraftmaschine und der Sekundär-Brennkraftmaschine unterschiedlich konstruiert sind: hierbei ist die Teil-Nockenwelle (9) oder sind die Teil-Nockenwellen der Primär-Brennkraftmaschine (1) für eine mittlere Fahrgeschwindigkeit und für eine niedrige Leerlauf-Drehzahl ausgelegt, und ist die Teil-Nockenwelle (10) oder sind die Teil-Nockenwellen der Sekundär-Brennkraftmaschine (2) für eine hohe Fahrgeschwindigkeit optimiert; sind die Zylinder-Ansaugkanäle der Primär-Brennkraftmaschine als Drall-Kanäle, und die Zylinder-Ansaugkanäle der Sekundär-Brennkraftmaschine als Nicht-Drallkanäle ausgeführt; sind die Zylinder-

(Fortsetzung, Anspruch 5)

Brennräume und Kolben der Primär-Brennkraftmaschine bevorzugt mit Quetsch-Bereichen, und die Zylinder-Brennräume der Sekundär-Brennkraftmaschine bevorzugt ohne Quetsch-Bereiche ausgeführt; daß für die Primär-Brennkraftmaschine und die Sekundär-Brennkraft-  
5 maschine unterschiedliche Zahlen von Ladungswechsel-Ventilen je Brennkraftmaschinen-Zylinder vorgesehen sind, wobei z.B. jeder Zylinder der Primär-Brennkraftmaschine zwei Ventile, und jeder Zylinder der Sekundär-Brennkraftmaschine z.B. mehr als zwei Ventile erhält; und daß die Zündverstellkurven der Primär- und der Sekundär-Brenn-  
10 kraftmaschine unterschiedliche Vorzündungswinkel ergeben, mit größeren Vorzündungswinkeln bei der Sekundär-Brennkraftmaschine als bei der Primär-Brennkraftmaschine.

6). Split-Motor für Kraftfahrzeuge nach Anspruch 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß zum Ausgleich der freien Kräfte  
15 und der freien Kippmomente aus hin und her gehenden Triebwerks-Massen bei einer Ausführung eines  $2 + 2 = 4$ -Zylinder Split-Motors (FIG. 25), für die Gestaltung der Kurbelwelle Kurbel-Gruppen verwendet werden, die aus zwei zueinander mit  $90^\circ$  versetzten Kurbeln bestehen (FIG. 22 und FIG. 23), wobei die Teil-Kurbelwelle (3) der  
20 Primär-Brennkraftmaschine (1) eine derartige Kurbel-Gruppe umfasst, und die Teil-Kurbelwelle (4) der Sekundär-Brennkraftmaschine (2) auch eine derartige Kurbel-Gruppe umfasst (FIG. 25); der Motor außerdem eine zu den Teil-Kurbelwellen gegenläufige Split-Ausgleichswelle erster Ordnung (93; 94) erhält, von der die Primär-Brennkraft-  
25 maschine (1) nur eine Teil-Ausgleichswelle (93) umfasst und antreibt, und die Sekundär-Brennkraftmaschine (2) auch nur eine Teil-Ausgleichswelle (94) umfasst und antreibt;  
die Gegenmassen (91; 92) an den Teil-Kurbelwellen zum Ausgleich der freien Kräfte und der freien Kippmomente aus hin und her gehenden  
30 Triebwerks-Massen sind innerhalb jeder Kurbel-Gruppe zu den beiden Kurbeln mit  $135^\circ$  versetzt (FIG. 23 und FIG. 25), d.h. innerhalb einer Kurbel-Gruppe liegt die Gegenmasse in der winkelhalbierenden Ebene zwischen den beiden Kurbel-Ebenen, aber auf

- der anderen Seite der Kurbelwellen-Drehachse;  
und für den Ausgleich der freien Kräfte aus hin und her gehenden  
Triebwerks-Massen innerhalb jeder Kurbel-Gruppe sind die jeweils  
paarweise zusammenwirkenden Gegenmassen an der Kurbel-Gruppe  
5 und an der Teil-Ausgleichswelle (das ist: 91 und 101; oder 92 und  
102) gleichgerichtet (FIG. 27), wenn die beiden Kolben der jeweili-  
gen Kurbel-Gruppe (die hier auch die beiden Kolben einer Teil-  
Brennkraftmaschine sind) von ihren oberen oder unteren Totpunkt-  
Lagen gleichweit, d.i. je  $45^{\circ}$  Kurbelwellen-Umdrehung, entfernt sind;  
10 jedes zusammenwirkende Gegenmassen-Paar (91 und 101; oder 92 und  
102) in einer gemeinsamen Ebene (die in FIG. 27 die Zeichnungs-  
Ebene ist) nebeneinander rotiert; und die erforderlichen Gegenmassen-  
Größen innerhalb jeder Kurbel-Gruppe (das ist 91 und 101; oder 92  
und 102) sich aus den zu erzeugenden Gegenkräfte -Größen erster  
15 Ordnung ergeben, die für jede Teil-Kurbelwelle und auch für jede  
Teil-Ausgleichswelle jeweils  $0,7071 m_h \cdot r \cdot \omega^2$ ; betragen, wobei für die  
zu erzeugenden Gegenkräfte-Größen ein Kräfte-Bereich von  $\pm$   
 $1,0 m_h \cdot r \cdot \omega^2$ ; mitbeansprucht wird; wobei die beiden Teil-Ausgleichs-  
wellen (93 und 94) mit  $180^{\circ}$  zueinander versetzten Gegenmassen (101  
20 und 102) synchron laufen, wenn die beiden Teil-Kurbelwellen (3 und 4)  
auch mit  $180^{\circ}$  zueinander versetzten Kurbel-Gruppen synchronisiert  
sind (FIG. 25); was bei zusammengekuppelten und synchronisierten  
Teil-Kurbelwellen einen kreuzförmigen Kurbel-Stern der Gesamt-  
Kurbelwelle mit der Kurbel-Reihenfolge von: I- $90^{\circ}$ -II- $90^{\circ}$ -IV- $90^{\circ}$ -  
25 III- $90^{\circ}$ -... ergibt; wobei für den  $90^{\circ}$  Kurbelversatz innerhalb jeder  
Kurbel-Gruppe auch der angrenzende Versatzbereich von  $\pm 60^{\circ}$ ,  
das ist von  $30^{\circ}$  bis  $150^{\circ}$  Kurbelversatz, und analog für den  $135^{\circ}$   
Gegenmassen-Versatz innerhalb jeder Kurbel-Gruppe auch der an-  
grenzende Versatzbereich von  $\pm 30^{\circ}$ , das ist von  $105^{\circ}$  bis  $165^{\circ}$   
30 Gegenmassen-Versatz, mitbeansprucht wird (FIG. 23);  
wobei die freien Kräfte und die freien Kippmomente aus umlaufenden  
Triebwerks-Massen durch weitere umlaufende Gegenmassen an den  
Teil-Kurbelwellen ausgeglichen werden; und  
daß bei dieser Motor-Ausführung die Auspuffkanäle zweier benach-  
35 barter Zylinder, die zu einer Kurbel-Gruppe gehören, bereits am  
Zylinderkopf-Ausgang zusammengefasst sind.

- 7). Split-Motor für Kraftfahrzeuge nach Anspruch 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß zum Ausgleich der freien Kräfte und der freien Kippmomente aus hin und her gehenden Triebwerks-Massen bei einer größeren Ausführung eines 2 + 4 = 6 -Zylinder
- 5 Split-Motors (FIG. 26), für die Gestaltung der Kurbelwelle auch Kurbel-Gruppen verwendet werden, die aus zwei zueinander mit  $90^\circ$  versetzten Kurbeln bestehen (FIG. 22 und FIG. 23), wobei die Teil-Kurbelwelle (3) der Primär-Brennkraftmaschine (1) eine derartige Kurbel-Gruppe umfasst, und die Teil-Kurbelwelle (4) der Sekundär-
- 10 Brennkraftmaschine (2) zwei darartige und zueinander mit  $120^\circ$  versetzten Kurbel-Gruppen umfasst (FIG. 26); der Motor außerdem eine zu den Teil-Kurbelwellen gegenläufige Split-Ausgleichswelle erster Ordnung (93; 94) erhält, von der die Primär-Brennkraftmaschine (1) nur eine Teil-Ausgleichswelle (93) umfasst und antreibt, und die
- 15 Sekundär-Brennkraftmaschine (2) auch nur eine Teil-Ausgleichswelle (94) umfasst und antreibt; die Gegenmassen (91; 92; 104) an den Teil-Kurbelwellen zum Ausgleich der freien Kräfte und der freien Kippmomente aus hin und her gehenden Triebwerks-Massen sind innerhalb jeder Kurbel-Gruppe zu den beiden Kurbeln mit  $135^\circ$  versetzt (FIG.
- 20 23 und FIG. 26), d.h. innerhalb einer Kurbel-Gruppe liegt die Gegenmasse in der winkelhalbierenden Ebene zwischen den beiden Kurbel-Ebenen, aber auf der anderen Seite der Kurbelwellen-Drehachse; und für den Ausgleich der freien Kräfte aus hin und her gehenden Triebwerks-Massen innerhalb jeder Kurbel-Gruppe sind die jeweils
- 25 paarweise zusammenwirkenden Gegenmassen an der Kurbel-Gruppe und an der Teil-Ausgleichswelle (das ist: 91 und 101; oder 92 und 102; oder 104 und 105) gleichgerichtet (FIG. 27), wenn die beiden Kolben der jeweiligen Kurbel-Gruppe von ihren oberen oder unteren Totpunkt-Lagen gleichweit, d.i. je  $45^\circ$  Kurbelwellen-Umdrehung, entfernt sind;
- 30 jedes zusammenwirkende Gegenmassen-Paar (91 und 101; oder 92 und 102; oder 104 und 105) in einer gemeinsamen Ebene (die in FIG. 27 die Zeichnungs-Ebene ist) nebeneinander rotiert; und die erforderlichen Gegenmassen-Größen innerhalb jeder Kurbel-Gruppe (das ist 91 und 101; oder 92 und 102; oder 104 und 105) sich aus den zu erzeugenden Gegen-
- 35 kräfte-<sup>Größen</sup>erster Ordnung ergeben, die innerhalb jeder Kurbel-Gruppe an der Kurbel-Welle und auch an der Teil-Ausgleichswelle jeweils  $0,7071 m_h \cdot r \cdot \omega^2$ ; betragen, wobei für die zu erzeugenden Gegen<sup>Größen</sup>kräfte ein Kräfte-Bereich von  $\pm 1,0 m_h \cdot r \cdot \omega^2$ ; mitbeansprucht wird;

wobei die beiden Teil-Ausgleichswellen (93 und 94) mit  $120^\circ$  zueinander versetzten Gegenmassen (101; 102 und 105) synchron laufen, wenn die Teil-Kurbelwellen (3 und 4) auch mit  $120^\circ$  zueinander versetzten Kurbel-Gruppen synchronisiert sind (FIG. 26); was bei  
5 zusammengekuppelten und synchronisierten Teil-Kurbelwellen einen Kurbel-Stern der Gesamt-Kurbelwelle mit der Kurbel-Reihenfolge von: I- $90^\circ$ -II- $30^\circ$ -III- $90^\circ$ -IV- $30^\circ$ -V- $90^\circ$ -VI- $30^\circ$ -... ergibt; wobei für den  $90^\circ$  Kurbelversatz innerhalb jeder Kurbel-Gruppe auch der angrenzende Versatzbereich von  $\pm 60^\circ$ , das ist von  
10  $30^\circ$  bis  $150^\circ$  Kurbelversatz, und analog für den  $135^\circ$  Gegenmassenversatz innerhalb jeder Kurbel-Gruppe auch der angrenzende Versatzbereich von  $\pm 30^\circ$ , das ist von  $105^\circ$  bis  $165^\circ$  Gegenmassenversatz, mitbeansprucht wird (FIG. 23); wobei die freien Kräfte und die freien Kippmomente aus umlau-  
15 fenden Triebwerks-Massen durch weitere umlaufende Gegen-Massen an den Teil-Kurbelwellen ausgeglichen werden; und daß bei dieser Motor-Ausführung die Auspuffkanäle zweier benachbarter Zylinder, die zu einer Kurbel-Gruppe gehören, bereits am Zylinderkopf-Ausgang zusammengefasst sind.

- 20 8). Split-Motor für Kraftfahrzeuge nach Anspruch 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß auf der Basis des Split-Motor-Prinzips eine ganze Motoren-Familie, bestehend aus Reihen-Motoren (wie: FIG. 17E und FIG. 17F; FIG. 18H; FIG. 19K; FIG. 20N u.s.w.), aus V-Motoren (wie: FIG. 17G; FIG. 18J;  
25 FIG. 19L und FIG. 19M; FIG. 20P; FIG. 21 u.s.w.) und aus noch anderen Motorenformen, bereitgestellt wird; wobei einzelne Ausführungsformen bei kleinen Einheiten durch splitten herkömmlicher Motoren, und bei größeren Einheiten durch zusammensetzen von herkömmlichen Motoren gebildet werden, und  
30 das mit und ohne Veränderung der ursprünglichen Zündfolge und der Zündabstände, und mit und ohne Hinzufügung von Ausgleichswellen; wobei die Primär-Brennkraftmaschine (1) bei kleinen Einheiten nur einen einzigen Zylinder (z.B. FIG. 17E), bei mittleren Einheiten  
35 zwei Zylinder (z.B. FIG. 17F; FIG. 17G; FIG. 18H; FIG. 18J

(Fortsetzung, Anspruch 8)

und FIG. 19M), und bei größeren Einheiten mehr als zwei Zylinder (z.B. FIG. 19K; FIG. 19L u.s.w.) umfasst; wobei die kleinste Einheit eines Split-Motors zwei Zylinder umfasst, davon je ein Zylinder in jeder Teil-Brennkraftmaschine, - während bei  
5 großen Split-Motor-Einheiten die Zylinderzahl unbegrenzt ist; und wobei auch split-motor-spezifische Kombinationen neu eingeführt werden z.B. FIG. 20N; FIG. 20P u.s.w.

9). Split-Motor für Kraftfahrzeuge nach Anspruch 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß in Abwandlung des Anspruchs 6, der 4 - Zylinder-Motor nach (FIG. 25) alternativ auch als  
10 laufruhiger Nicht-Split-Motor bereitgestellt wird; wobei die zwei Teil-Kurbelwellen (3 und 4), unter Weglassung der halbautomatischen Kupplung (50) und in den (in FIG. 25) gezeigten relativen Lagen, zu einer einteiligen Gesamt-Kurbelwelle zusammen-  
15 gefügt werden, so daß eine Kurbelwelle mit zwei  $180^\circ$  zueinander permanent versetzten Kurbel-Gruppen entsteht, deren Kurbel-Gruppen aus zwei zueinander mit  $90^\circ$  versetzten Kurbeln bestehen (FIG. 22 und FIG. 23), und beide Kurbel-Gruppen zusammen einen kreuzförmigen Kurbel-Stern (nach FIG. 25) ergeben;  
20 und die zwei Teil-Ausgleichswellen (93 und 94) in den (in FIG. 25) gezeigten relativen Lagen auch zu einer einteiligen Gesamt-Ausgleichswelle zusammengefügt werden, so daß eine Ausgleichswelle erster Ordnung mit zwei  $180^\circ$  zueinander permanent versetzten Gegenmassen (101 und 102) entsteht;  
25 die Gegenmassen (91 und 92) an der Kurbelwelle zum Ausgleich der freien Kräfte und der freien Kippmomente aus hin und her gehenden Triebwerks-Massen sind innerhalb jeder Kurbel-Gruppe zu den beiden Kurbeln mit  $135^\circ$  versetzt (FIG. 23 und FIG. 25), d.h. innerhalb einer Kurbel-Gruppe liegt die Gegenmasse in der  
30 winkelhalbierenden Ebene zwischen den beiden Kurbel-Ebenen, aber auf der anderen Seite der Kurbelwellen-Drehachse; und für den Ausgleich der freien Kräfte aus hin und her gehenden Triebwerks-Massen innerhalb jeder Kurbel-Gruppe sind die jeweils



(Fortsetzung, Anspruch 9)

- paarweise zusammenwirkenden Gegenmassen an der Kurbel-Gruppe und an der Ausgleichswelle (das ist: 91 und 101; oder 92 und 102) gleichgerichtet (FIG. 27), wenn die beiden Kolben der jeweiligen Kurbel-Gruppe von ihren oberen oder unteren Totpunkt-Lagen gleichweit,
- 5 d.i. je  $45^\circ$  Kurbelwellen-Umdrehung, entfernt sind; jedes zusammenwirkende Gegenmassen-Paar (91 und 101; oder 92 und 102) in einer gemeinsamen Ebene (die in FIG. 27 die Zeichnungs-Ebene ist) nebeneinander rotiert; und die erforderlichen Gegenmassen-Größen innerhalb jeder Kurbel-Gruppe (das ist 91 und 101; oder 92 und 102) sich
- 10 aus den zu erzeugenden Gegenkräfte-Größen erster Ordnung ergeben, die innerhalb jeder Kurbel-Gruppe an der Kurbelwelle und auch an der Ausgleichswelle jeweils  $0,7071 m_h \cdot r \cdot \omega^2$ ; betragen, wobei für die zu erzeugenden Gegenkräfte-Größen ein Kraft-Bereich von  $\pm 1,0 m_h \cdot r \cdot \omega^2$ ; mitbeansprucht wird; wobei für den  $90^\circ$  Kurbelversatz innerhalb
- 15 jeder Kurbel-Gruppe auch der angrenzende Versatzbereich von  $\pm 60^\circ$ , das ist von  $30^\circ$  bis  $150^\circ$  Kurbelversatz, und analog für den  $135^\circ$  Gegenmassen-Versatz innerhalb jeder Kurbel-Gruppe auch der angrenzende Versatzbereich von  $\pm 30^\circ$ , das ist von  $105^\circ$  bis  $165^\circ$  Gegenmassen-Versatz, mitbeansprucht wird (FIG. 23);
- 20 wobei die freien Kräfte und die freien Kippmomente aus umlaufenden Triebwerks-Massen durch weitere umlaufende Gegenmassen an der Kurbelwelle ausgeglichen werden; wobei die Auspuffkanäle zweier benachbarter Zylinder, die zu einer Kurbel-Gruppe gehören, bereits am Zylinderkopf-Ausgang zusammengefasst sind;
- 25 und wobei die nach den oben angeführten Kriterien gestaltete Brennkraftmaschine mit einer einteiligen Vierzylinder-Kurbelwelle und einer einteiligen und zur Kurbelwelle gegenläufigen Ausgleichswelle erster Ordnung als Nicht-Split-Antriebsmotor direkt genutzt wird; - gleichzeitig aber auch als 4 - Zylinder-Einheit in größere Split-Motoren
- 30 als Primär-Brennkraftmaschine und/oder als Sekundär-Brennkraftmaschine eingebracht wird, z.B. in den  $4 + 4 = 8$  - Zylinder Split-Motor (nach FIG. 19K), den  $4 + 6 = 10$  - Zylinder Split-Motor (nach FIG. 20N) u.s.w., und das wieder mit Anwendung der halbautomatischen Kupplung (50) zwischen der Primär-Brennkraftmaschine und
- 35 der Sekundär-Brennkraftmaschine nach den vorhergehenden Ansprüchen.

- 10). Split-Motor für Kraftfahrzeuge nach Anspruch 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß zum Ausgleich der Rest-Kippmomente erster Ordnung aus hin und her gehenden Triebwerks-
- 5 Massen, die nach der Ausgleichs-Wirkung der Gegenmassen (91; 92; 101; 102; 104 und 105) noch übrig bleiben, zusätzliche Gegenmassen (110; 112; 114 und 116) an den vorderen und hinteren Enden der Teil-Kurbelwellen (3 und 4; FIG. 25; FIG. 26 und FIG. 27), und zusätzliche Gegenmassen (111; 113; 115 und 117) an den vorderen und hinteren Enden der Teil-Ausgleichswellen (93 und 94; FIG. 25; 10 FIG. 26 und FIG. 27) angebracht werden;
- wobei jede Teil-Kurbelwelle und jede Teil-Ausgleichswelle zwei zusätzliche Gegenmassen erhält (110 und 112; 114 und 116; 111 und 113; 115 und 117), die zueinander  $180^\circ$  versetzt sind;
- wobei die zusätzlichen Gegenmassen an jeder Teil-Kurbelwelle 15 und an der mit ihr zusammenwirkenden Teil-Ausgleichswelle so gerichtet sind, daß wenn die zusätzlichen Gegenmassen an den vorderen Enden der Teil-Kurbelwelle und der Teil-Ausgleichswelle parallel nach unten weisen, die zusätzlichen Gegenmassen an den hinteren Enden derselben Teil-Kurbelwelle und derselben Teil-Aus-
- 20 gleichswelle parallel nach oben weisen;
- wobei die Versatzwinkel der zusätzlichen Gegenmassen zu den übrigen Gegenmassen der Teil-Kurbelwellen und der Teil-Ausgleichswellen, und die Größen der zusätzlichen Gegenmassen durch folgende Werte gekennzeichnet sind:
- 25 (a) für die Primär-Brennkraftmaschine und die Sekundär-Brennkraftmaschine mit nur einer Kurbel-Gruppe an der Kurbel-Welle (FIG. 25; FIG. 26 und FIG. 27): Versatzwinkel der zusätzlichen Gegenmassen (110; 111; 112; und 113) zu den übrigen Gegenmassen (91; 92; 101 und 102) von jeweils  $90^\circ$ , bei gleichzeitigen Versatz-
- 30 winkeln der zusätzlichen Gegenmassen zu den benachbarten Kurbeln der Kurbelwelle von jeweils  $135^\circ$ ; wobei die zusätzlichen Gegenmassen ein Gegen-Kippmoment erster Ordnung von  $0,3535 m_h \cdot r \cdot \omega^2 \cdot a$ ; an jeder Teil-Kurbelwelle und an jeder Teil-Ausgleichswelle erzeugen;
- (b) für die Sekundär-Brennkraftmaschine mit zwei um  $120^\circ$  versetzten Kurbel-Gruppen an der Kurbel-Welle (FIG. 26); Versatz-
- 35 winkel der zusätzlichen Gegenmassen (114; 115; 116 und 117) zu den

(Fortsetzung, Anspruch 10)

- übrigen Gegenmassen (92; 102; 104 und 105) von jeweils  $30^\circ$ , bei gleichzeitigen Versatzwinkeln der zusätzlichen Gegenmassen zu den benachbarten Kurbeln der Kurbelwelle von jeweils  $165^\circ$ ; wobei die zusätzlichen Gegenmassen ein Gegen-Kippmoment erster Ordnung
- 5 von  $0,3535 m_h \cdot r \cdot \omega^2 \cdot a$ ; an der Teil-Kurbelwelle und an der Teil-Ausgleichswelle erzeugen;
- (c) für den 4-Zylinder-Motor nach Anspruch 9, mit zwei um  $180^\circ$  versetzten Kurbel-Gruppen an der Kurbel-Welle: Versatzwinkel der zusätzlichen Gegenmassen (110 zweimal, und 111 zwei-
- 10 mal) zu den übrigen Gegenmassen (91; 92; 101 und 102) von jeweils  $90^\circ$ , bei gleichzeitigen Versatzwinkeln der zusätzlichen Gegenmassen zu den benachbarten Kurbeln der Kurbelwelle von jeweils  $135^\circ$ ; wobei die zusätzlichen Gegenmassen ein Gegen-Kippmoment erster Ordnung von  $0,707 m_h \cdot r \cdot \omega^2 \cdot a$ ; an der Kurbelwelle und an der
- 15 Ausgleichswelle erzeugen;
- wobei für die angeführten Versatzwinkel der zusätzlichen Gegenmassen zu den übrigen Gegenmassen, Versatzwinkel-Bereiche von  $\pm 30^\circ$  mitbeansprucht, und für die angeführten zusätzlichen Gegenmassen-Größen bzw. für die erzeugten Gegen-Kippmomente erster
- 20 Ordnung, Gegenkippmoment-Größenbereiche von  $\pm 1,0 m_h \cdot r \cdot \omega^2 \cdot a$ ; mitbeansprucht werden;
- und wobei die Teil-Ausgleichswellen (93 und 94), jede für sich und beide Teil-Ausgleichswellen zusammen, doppelte Ausgleichsfunktionen erfüllen, indem sie sowohl für den Ausgleich der freien
- 25 Rest-Kippmomente als auch für den Ausgleich der freien Kräfte dienen, was hinsichtlich der Rest-Kippmomente durch die zusätzlichen Gegenmassen-Paare (111 und 113; sowie 115 und 117) an den Enden der Teil-Ausgleichswellen, und hinsichtlich der freien Kräfte durch die übrigen Gegenmassen (101; 102 und 105) im Mittelbereich
- 30 der Teil-Ausgleichswellen erfolgt, indem die zusätzlichen Gegenmassen und die übrigen Gegenmassen in Längsrichtung der Teil-Ausgleichswellen und drehwinkelig zueinander versetzt sind.

- 11). Split-Motor für Kraftfahrzeuge nach Anspruch 1 bis 10,  
dadurch gekennzeichnet, daß bei V-Split-Motoren nach  
Anspruch 8, bei denen zwei in V-Form angeordnete Zylinder-Bänke  
eine gemeinsame Kurbelwelle antreiben, der V-Winkel zwischen den  
5 Zylinder-Bänken  $90^\circ$  beträgt; die für diese Motoren gebildete grundsätzliche kleine Triebwerks-Einheit aus einem V-Zylinder-Paar besteht, das jeweils zwei sich gegenüberliegende Zylinder in einer und der anderen Zylinder-Bank umfaßt; die beiden Pleuel des V-Zylinder-Paares eine gemeinsame Kurbel und einen gemeinsamen  
10 Kurbel-Hub-Zapfen haben, auf dem beide Pleuel gelagert sind; die freien Kräfte und freien Kippmomente erster Ordnung aus hin und her gehenden Triebwerks-Massen des V-Zylinder-Paares durch umlaufende Kurbelwellen-Gegenmassen innerhalb des V-Zylinder-Paares ausgeglichen werden, und die Primär-Brennkraftmaschine (1) mindestens  
15 eine grundsätzliche kleine Triebwerks-Einheit, d.i. ein V-Zylinder-Paar umfaßt;  
daß der kleinste V-Split-Motor ein  $2V + 2V = 4V$ -Zylinder Split-Motor (FIG. 17G) ist, bei dem die Primär-Brennkraftmaschine (1) und die Sekundär-Brennkraftmaschine (2) je ein V-Zylinder-Paar umfaßt, und  
20 die Kurbelwellen-Kurbeln der beiden V-Zylinder-Paare, nach der Zusammenkupplung und Synchronisierung der beiden Teil-Kurbelwellen, zueinander mit  $90^\circ$  versetzt sind, mit welchem relativen und ständigen Versatzwinkel die zwei Kurbeln in der Gesamt-Kurbelwelle umlaufen;  
25 daß der nächst größere V-Split-Motor ein  $2V + 4V = 6V$ -Zylinder Split-Motor (FIG. 18J) ist, bei dem die Primär-Brennkraftmaschine (1) ein V-Zylinder-Paar, und die Sekundär-Brennkraftmaschine (2) zwei V-Zylinder-Paare umfaßt, und die Kurbelwellen-Kurbeln der drei V-Zylinder-Paare, nach der Zusammenkupplung und Synchronisierung  
30 der beiden Teil-Kurbelwellen, zueinander mit  $120^\circ$  versetzt sind, mit welchen relativen und ständigen Versatzwinkeln die drei Kurbeln in der Gesamt-Kurbelwelle umlaufen;  
daß der nächst größere V-Split-Motor ein  $2V + 6V = 8V$ -Zylinder Split-Motor (FIG. 19M) ist, bei dem die Primär-Brennkraftmaschine (1)  
35 ein V-Zylinder-Paar, und die Sekundär-Brennkraftmaschine (2)

(Fortsetzung, Anspruch 11)

- 5 drei V-Zylinder-Paare umfasst, - oder daß dieser V-Split-Motor ein  $4V + 4V = 8V$ -Zylinder Split-Motor (FIG. 19L) ist, bei dem die Primär-Brennkraftmaschine (1) und die Sekundär-Brennkraftmaschine (2) je zwei V-Zylinder-Paare umfasst, die Kurbelwellen-Kurbeln der vier V-Zylinder-Paare, nach der Zusammenkupplung und Synchronisierung der beiden Teil-Kurbelwellen, zueinander mit  $90^\circ$  versetzt sind, wobei die erste Kurbel zur vierten Kurbel, und die zweite Kurbel zur dritten Kurbel jeweils  $180^\circ$  versetzt sind, und die Gesamt-Kurbelwelle einen kreuzförmigen Kurbel-Stern aufweist, mit welchen
- 10 relativen und ständigen Versatzwinkeln die vier Kurbeln in der Gesamt-Kurbelwelle umlaufen, wodurch auch die freien Kräfte und freien Kippmomente zweiter Ordnung aus hin und her gehenden Triebwerks-Massen ausgeglichen werden; und wobei am  $4V + 4V = 8V$ -Zylinder Split-Motor (nach FIG. 19L) die beiden Kurbelwellen-Kurbeln der
- 15 Primär-Brennkraftmaschine (1) mit einem relativen und ständigen Versatzwinkel von  $90^\circ$  umlaufen;
- Daß für den V-Winkel zwischen den Zylinder-Bänken auch ein angrenzender V-Winkel-Bereich von  $\pm 90^\circ$ , das ist von  $0^\circ$  V-Winkel bis  $180^\circ$  V-Winkel mitbeansprucht, für die Versatzwinkel zwischen
- 20 den Kurbelwellen-Kurbeln auch ein angrenzender Versatzwinkel-Bereich von  $\pm 90^\circ$  mitbeansprucht, und für die gemeinsamen Kurbel-Hub-Zapfen der V-Zylinder-Paare auch geteilte Kurbel-Hub-Zapfen, die dann zwei getrennte Kurbeln bilden, mit einem Versatzwinkel-Bereich von  $\pm 90^\circ$ , das ist von  $+90^\circ$  Versatzwinkel bis  $-90^\circ$  Versatzwinkel, mitbeansprucht werden;
- 25 und daß die freien Kräfte und freien Kippmomente aus umlaufenden Triebwerks-Massen durch weitere umlaufende Gegenmassen an den Teil-Kurbelwellen ausgeglichen werden.

- 12). Split-Motor für Kraftfahrzeuge nach Anspruch 1 bis 11,
- 30 dadurch gekennzeichnet, daß die Rollenketten-Triebe (11 und 12)(FIG. 1) im Teilungsbereich der beiden Teil-Brennkraftmaschinen (1 und 2) liegen, und insbesondere auf beiden Sei-

(Fortsetzung, Anspruch 12)

- ten und nahe an der halbautomatischen Kupplung (50) angeordnet sind; wobei der Rollenketten-Trieb (11) der Primär-Brennkraftmaschine (1) zwischen der Motor-Querwelle (23) und dem vorderen Kurbelwellen-Hauptlager (106) der Primär-Brennkraftmaschine
- 5 (FIG. 6 und FIG. 14) placiert ist, und das Schraubenrad (24) der Querwelle in die Kettentrieb-Ebene eintaucht, während der Rollenketten-Trieb (12) der Sekundär-Brennkraftmaschine (2) zwischen dem hinteren Kurbelwellen-Hauptlager (103) der Sekundär-Brennkraftmaschine und dem (scheibenförmigen) Zylinderkörper (55) der
- 10 halbautomatischen Kupplung (FIG. 6 und FIG. 14) placiert ist; daß bei dem Rollenketten-Trieb (11) der Primär-Brennkraftmaschine und bei dem Rollenketten-Trieb (12) der Sekundär-Brennkraftmaschine (FIG. 2) jeweils die geschlossene Kettenschleife mit ihrer Außenseite das antreibende Kurbelwellen-Ritzel umschlingt,
- 15 und die Zähne des Kurbelwellen-Ritzels in die Außenseite der Kettenschleife eingreifen, während die geschlossene Kettenschleife mit ihrer Innenseite die Ritzel der angetriebenen Motoren-Hilfswellen umschlingt, und die Zähne der Ritzel der angetriebenen Motoren-Hilfswellen in die Innenseite der Kettenschleife eingreifen;
- 20 und jeder Rollenketten-Trieb, der in einer Ebene liegt, gleichzeitig die über der Kurbelwelle liegende Teil-Nockenwelle (9; 10) oder die Teil-Nockenwellen, die unter der Kurbelwelle liegende Ölpumpe (13; 14) und die neben der Kurbelwelle liegende und insbesondere zur Kurbelwelle gegenläufige Teil-Ausgleichswelle (93; 94) antreibt (FIG. 2);
- 25 und daß die Kettenritzel der Ölpumpen (13; 14) an beiden Rollenketten-Trieben (11 und 12) in Ketten-Mulden (97) placiert sind, deren Oberkanten bis über das Ölniveau in der Motor-Ölwanne reichen.

- 13). Split-Motor für Kraftfahrzeuge nach Anspruch 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Primär-Brennkraftmaschine
- 30 (1) und die Sekundär-Brennkraftmaschine (2) alternativ auch ein gemeinsames Schmieröl-System haben können,

(Fortsetzung, Anspruch 13)

wobei durch eine Verbindungsleitung (88) (FIG. 1) die Schmieröl-Versorgung (17) der Primär-Brennkraftmaschine mit der Schmieröl-Versorgung (18) der Sekundär-Brennkraftmaschine verbunden wird, und die separate Ölpumpe (14) und das separate Öl-Filter (16) der Sekundär-Brennkraftmaschine entfallen; -  
jedoch die Verbindungsleitung (88) nicht das hintere Kurbelwellen-Hauptlager (103) der Sekundär-Brennkraftmaschine mit Schmieröl versorgt, weil dieses Hauptlager, wie auch bei einem für die Sekundär-Brennkraftmaschine separaten Schmieröl-System, durch das vom Drucköl-Schalter (25) zuströmende Drucköl geschmiert wird.

14). Split-Motor für Kraftfahrzeuge nach Anspruch 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß das Kühl-System (FIG. 28), analog wie der Motor, auch ein Split-Kühl-System ist, und für die Primär-Brennkraftmaschine (1) und die Sekundär-Brennkraftmaschine (2) jeweils separate Kühlwasser-Mäntel (89; 90) für die Maschinen-Zylinder, separate Wasserpumpen (21; 22) und separate Zweiventil-Thermostaten (80; 83) umfasst; und  
daß die Funktion des Split-Kühl-Systems nach folgenden Gesichtspunkten abläuft:  
zur schnellen Anwärmung der Primär-Brennkraftmaschine nach ihrem Start dient der Thermostat (80) mit geöffnetem Ventil zur Bypass-Leitung (81), wobei dieses Ventil schließt, sobald der Anwärm-Vorgang beendet ist, und dadurch das zweite Ventil am Thermostat (80) geöffnet wird, das den Warmwasser-Strom von der Primär-Brennkraftmaschine in den Kühlwasser-Mantel (90) der Sekundär-Brennkraftmaschine (2) und in die Fahrzeug-Innenheizung (82) leitet, und wobei ein geöffnetes Ventil des Thermostaten (83) der Sekundär-Brennkraftmaschine eine direkte Rückströmung des Wassers zur Wasser-Pumpe (21) der Primär-Brennkraftmaschine gestattet;  
nach Anwärmung auch der Sekundär-Brennkraftmaschine schließt der Thermostat (83) sein Ventil und öffnet gleichzeitig sein zweites Ventil, das den Wasser-Kreislauf über den Fahrzeug-Kühler (85) freigibt;

(Fortsetzung, Anspruch 14)

- in der Saugleitung der Wasser-Pumpe (22) der Sekundär-Brennkraftmaschine ist ein zusätzliches Rückfluß-Verhinderungs-Ventil (84) angeordnet, das elektromagnetisch betätigt, mit der Zündstrom-Versorgung (32) der Sekundär-Brennkraftmaschine (2) verbunden ist, wobei
- 5 dieses Ventil den Wasser-Rückfluß durch die nicht arbeitende Wasser-Pumpe (22) verhindert, wenn der Thermostat (83) den Anwärm-Wasser-Strom durch den Kühlwasser-Mantel (90) der Sekundär-Brennkraftmaschine unterbricht, - dagegen nach dem Anwerfen der Sekundär-Brennkraftmaschine den Wasser-Zuströmweg zur Wasser-Pumpe (22)
- 10 dieser Maschine freigibt; außerdem bildet die Saugleitung zur Wasser-Pumpe (22) mit dem Rückfluß-Verhinderungs-Ventil (84) und dem Zweiventil-Thermostat (83) eine eigene Schnell-Anwärm-Bypass-Leitung der Sekundär-Brennkraftmaschine (2), die automatisch in Funktion tritt, wenn die noch kalte Sekundär-Brennkraftmaschine gestartet wird;
- 15 und daß der Zweiventil-Thermostat (83) der Sekundär-Brennkraftmaschine (2) im unteren Bereich des Kühlwasser-Mantels (90) dieser Maschine, vorzugsweise in einem kleinen Gehäuse an der Seitenwand des Kühlwasser-Mantels, angeordnet ist;
- das thermisch reagierende Element am Thermostat (83)
- 20 in das Innere des Kühlwasser-Mantels (90) hineinragt;
- die Wasserdurchfluß-Querschnitte der Ventile des Thermostates (83) der Sekundär-Brennkraftmaschine mindestens doppelt so groß sind als die Wasserdurchfluß-Querschnitte der Ventile des Thermostates (80) der Primär-Brennkraftmaschine; und
- 25 der Anwärmwasser-Strom durch den Wasser-Mantel (90) der Sekundär-Brennkraftmaschine von oben nach unten strömt (Pfeil "a" in FIG. 28), dagegen der Kühlwasser-Strom nach dem Start der Sekundär-Brennkraftmaschine (2) durch ihren Wasser-Mantel von unten nach oben strömt (Pfeil "b" in FIG. 28).



- 15). Split-Motor für Kraftfahrzeuge nach Anspruch 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Split-Motor als Viertakt-Brennkraftmaschine und als Zweitakt-Brennkraftmaschine bereitgestellt wird, wobei für Zweitakt-Hubkolben-Brennkraftmaschinen
- 5 die gleichen Kombinationen von Primär- und Sekundär-Brennkraftmaschinen (FIG. 17E bis FIG. 21), und auch die gleichen geteilten Kurbelwellen und Split-Ausgleichswellen (FIG. 25; FIG. 26 und FIG. 27) wie bei Viertakt-Hubkolben-Brennkraftmaschinen Anwendung finden;
- 10 und daß für Zweitakt-Brennkraftmaschinen nur die einfachere halb-automatische Kupplung (50) (nach FIG. 6) verwendet wird, die nach jeder Relativumdrehung der beiden Teil-Kurbelwellen (3 und 4), die Teil-Kurbelwellen zusammenkuppelt und ihre relativen Kurbelstellungen synchronisiert.

-O-O-O-O-O-O-O-O-O-O-

SPLIT - MOTOR FÜR KRAFTFAHRZEUGE  
MIT GETEILTER KURBELWELLE UND MOTOR - QUERWELLE  
FÜR HILFSGERÄTE - ANTRIEBE.

EINLEITUNG

Die Erfindung bezieht sich auf Antriebs-Brennkraftmaschinen wie Otto-, Diesel- und Wankel-Maschinen, die für den Antrieb von Kraftfahrzeugen aller Art, und das insbesondere von Landfahrzeugen wie Straßenfahrzeugen, Schienenfahrzeugen u.s.w., Wasserfahrzeugen und Luftfahrzeugen eingesetzt werden; und bezieht sich insbesondere auf Brennkraftmaschinen für den Antrieb von Straßenfahrzeugen, die zur wirksamen Reduzierung der schädlichen Abgas-Emissionen in zwei Teil-Brennkraftmaschinen, eine Primär-Brennkraftmaschine und eine Sekundär-Brennkraftmaschine, unterteilt (ge-splitet) sind. Beide Teil-Brennkraftmaschinen sind vollständig ausgestattete Maschinen und können selbständig funktionieren und Leistung abgeben, und die Primär-Brennkraftmaschine ist beim Fahrbetrieb des Kraftfahrzeuges ständig im Betrieb, wie die bisherigen Kraftfahrzeug-Maschinen, - während die Sekundär-Brennkraftmaschine nur für die Beschleunigungsfahrt oder Schnellfahrt automatisch gestartet und zum Fahrzeugantrieb hinzugeschaltet wird; - dagegen bei Langsamfahrt vom Antrieb des Kraftfahrzeuges wieder automatisch abgeschaltet und gänzlich gestoppt wird. Auf diese Weise wird die Menge der ausgestoßenen Abgase und somit die Menge der schädlichen Abgas-Emissionen auf Straßenkreuzungen in der Stadt und bei Auto-Schlängenfahrten in der Stadt und auf Autobahnen im Verhältnis der Hubvolumina der beiden Teil-Brennkraftmaschinen gesenkt und Kraftstoff gespart, und ein wirksamer Beitrag zur Reinhaltung der Luft und zur Bekämpfung des Waldsterbens geleistet.

## STAND DER TECHNIK UND SEINE KRITIK

Die vorliegende Erfindung geht vom Stand der Technik aus, der gegeben ist durch die nachfolgenden Veröffentlichungen:

- DE 31 08 158 A1; DE 33 05 704 A1; DE 31 33 892 A1;  
DE 30 21 835 A1; DE/WO 31 52 545 A1; DE 32 12 790 A1;  
5 DE 31 32 368 A1; DE 32 08 795 A1; DE 30 25 517 A1;  
DOS 24 55 667.

Bei diesen Veröffentlichungen kann man zwei Gruppen unterscheiden:

1. Brennkraftmaschinen, die eine einteilige Kurbelwelle haben, und bei denen nur einzelne Zylinder durch z.B. Sperrung  
10 der Kraftstoffzufuhr abgeschaltet werden, wobei aber die ganze Maschine ununterbrochen weiter läuft;
  2. Brennkraftmaschinen, die mehrere separate Kurbelwellen haben, und bei Abschaltung einiger Zylinder auch die dazugehörigen Kurbelwellen angehalten werden.
- 15 Die unter 1 genannten Maschinen sind durch zahlreiche Patentanmeldungen representiert, - werden hier aber nur durch die zwei erstgenannten Veröffentlichungen vertreten. Die Erfinder betrachten diese Maschinenart als weniger vorteilhaft, und begründen das wie folgt:  
Wenn eine Mehrzylinder-Maschine mit allen eingeschalteten Zylindern  
20 im Leerlauf arbeitet, erzeugen alle Zylinder zusammen gerade so viel Leistung, daß die innere Reibung überwunden wird und die Maschine in Bewegung bleibt. Dafür wird eine bestimmte Menge Kraftstoff verbraucht, aus der eine bestimmte Menge Abgase entstehen.  
- Wenn man dagegen die Hälfte der Zylinder, durch Sperrung der  
25 Kraftstoffzufuhr zu diesen Zylindern, abschaltet, müssen die verbleibend arbeitenden Zylinder mehr Leistung aufbringen, und zwar um den gleichen Betrag mehr, wie der Fehlbetrag der abgeschalteten Zylinder ausmacht, um auch wieder die innere Reibung in der ganzen Maschine zu überwinden und sie in Bewegung zu halten.
- 30 So muß der bei den abgeschalteten Zylindern eingesparte Kraftstoff, den verbleibend arbeitenden Zylindern zugesetzt werden, was im Resultet keine Kraftstoff-Einsparung bringt; und die erzeugte Abgas-Menge, und die Menge der schädlichen Emissionen auch nicht reduziert wird! Durchgeführte praktische Versuche haben das bestätigt.

Deshalb sehen die Erfinder nur die unter Punkt 2 genannten Maschinen für eine Reduzierung der schädlichen Emissionen und für eine Senkung des Kraftstoff-Verbrauches als brauchbar an, und möchten noch folgendes zu bedenken geben.

- 5 Selbst das als "ideales" Abgas angesehene  $\text{CO}_2$  ist für Mensch und Tier zum Atmen ungeeignet. Und wenn auf einer Straßenkreuzung in der Stadt große Mengen des (auch durch die Katalysatoren erzeugten)  $\text{CO}_2$  ausgeblasen werden, legt sich, wegen der doppelten Luftschwere dieses Gases und bei Windstille, eine erstickende
- 10 Wolke auf die Straßenkreuzung, die allen Sauerstoff nach oben verdrängt! So kann auch das "gute"  $\text{CO}_2$  eine unerträgliche Umwelt-Belastung ergeben; was zeigt, daß zur wirksamen Reduzierung der schädlichen Abgas-Emissionen nicht nur die Zusammensetzung der Auto-Abgase, sondern auch die erzeugte Abgas-Menge
- 15 von eminenter Bedeutung ist. Und diese Abgas-Menge kann man nur durch Unterteilung der Motoren senken.

Die Idee, Verbrennungsmotoren mit mehreren Maschinensätzen zu verwenden, ist bekannt.

- Bei Wasserfahrzeugen ist es seit langem Usus, mehrere Brennkraft-
- 20 maschinen auf eine Propellerwelle zu schalten.

- In der Luftfahrt gab es schon 1940 ein 4-motoriges Flugzeug (Heinkel 177), bei dem jeweils zwei nebeneinander liegende Daimler-Benz Motoren über ein Sammelgetriebe auf große Luftschrauben geschaltet waren. Dabei konnte man mit Hilfe individueller Klauen-
- 25 Kupplungen jeden Motor zuschalten oder abschalten.

- Im Fahrzeugbau gab es im zweiten Weltkrieg einen schweren (U.S.A.)-Panzer, bei dem zwei nebeneinander liegende Zweitakt-Dieselmotoren mittels eines Sammelgetriebes auf die Abtriebswelle geschaltet waren. Außerdem gab es einen leichten (U.d.S.S.R.)-Panzer, bei dem
- 30 zwei hintereinander liegende und im Fahrzeug an der Seite angeordnete Benzinmotoren auf das hinten liegende Getriebe geschaltet waren.

- Die angeführten Veröffentlichungen werden wie folgt kommentiert:
- DE 31 33 892 A1, schlägt für das Zusammenkuppeln der beiden Kurbelwellen der Leistungseinheiten eine elektromagnetische Kupplung vor. Das ist mangelhaft, weil aus der Dynamik der Hubkolbenmaschinen bekannt ist, daß bei Mehrzylinder-Maschinen die Kurbeln der einzelnen Zylinder nach bestimmten Regeln zueinander versetzt sein müssen, um einen schwingungsarmen Lauf der Gesamtmaschine zu erzielen. Das kann eine einfache elektromagnetische Kupplung nicht sicherstellen.
- 10 Die gleiche Kritik muß man auch an DE 32 12 790 A1 und DE 31 32 368 A1 üben, die außerdem noch ein umständliches Herumleiten des Abtriebes um den ganzen Motorblock vorschlagen, was ein großes totes Gewicht ergibt; und was offensichtlich wegen dem Fehlen einer kompakten Kupplung, die zwischen den Kurbel-
- 15 wellen Platz hätte, entstanden ist. Außerdem ist die Nutzung der Umleitwelle als Nockenwelle unrealistisch, weil gegenwärtig die Nockenwelle fast ausschließlich im Zylinderkopf liegt.
- DE 30 21 835 A1, versucht die o.a. Forderung der Dynamik von Mehrzylinder-Maschinen zu berücksichtigen, und schlägt vor, -
- 20 allerdings nur für Boxer-Motoren - das Zusammenkuppeln der beiden Kurbelwellen nach jeweils einer ganzzahligen Zahl von Kurbelwellenumdrehungen vorzunehmen. - Das aber ist, wie gesagt, die Forderung der Dynamik und hierbei die Aufgabenstellung für die Kupplung. Es fehlen dagegen konkrete Angaben, wie die Kupplung
- 25 im Detail auszusehen hat, um zuverlässig und über eine lange Lebensdauer zu funktionieren.
- DE/WO 31 52 545 A1, versucht diese Aufgabe zu lösen, und schlägt ein umständliches elektronisches System vor, das die Kurbelstellungen erfasst und mittels eines über Schleifkontakte elektromagnetisch
- 30 betätigten Stiftes die Kurbelwellen verbindet. Diese Kupplungsart dürfte beim Zuschalten unangenehme Stöße im Antriebssystem erzeugen und nur von begrenzter Lebensdauer sein. Außerdem erzeugt ein solcher exzentrisch zur Drehachse liegender Stift eine Desaxierung der beiden zusammengekuppelten Wellen.

- DE 30 25 517 A1, schlägt einen Drehschwingungs-Dämpfer vor.  
Ein Drehschwingungs-Dämpfer an zwei Wellen mit Schwungmassen  
ist auch eine Forderung der Dynamik der Verbrennungskraftmaschine,  
seit langem bekannt, und erforderlich, damit das Zweiwellen-System  
5 schwingungsarm läuft.
- DE 32 08 795 A1, schlägt für die Verbindung der beiden Kurbel-  
wellen eine Reibkupplung vor, die auf den Punkt genau kuppeln,  
und diesen Punkt auch halten soll. Es bestehen erhebliche Zwei-  
fel, ob das technisch möglich ist; weil eine Reibkupplung im zu-  
10 sammengekuppelten Zustand fast immer einen kleinen Schlupf auf-  
weist, der mit fortschreitendem Abrieb der Reibbeläge auch noch  
anwächst.
- DOS 24 55 667, betrifft die freien Kräfte des Kurbeltriebes, und  
wird im weiteren Verlauf der Beschreibung erwähnt.
- 15 Zusammenfassend erscheinen die angeführten Veröffentlichungen  
zum erheblichen Teil als im Konzept und Theorie nicht ausgereift  
und in der Technologie lückenhaft, so daß man danach ein funktio-  
nierendes Gerät kaum bauen kann. Außerdem wurden Antriebs-  
Einheiten, bestehend aus mehreren Brennkraftmaschinen, bis jetzt  
20 nicht zielbewußt für die Reduzierung schädlicher Abgas-Emissionen  
konstruiert.

#### AUFGABE DER ERFINDUNG

- Um das zu verbessern, haben sich die Erfinder die Aufgabe gestellt,  
ein praktikables, robustes, preisgünstiges und bis in die Details  
25 ausgearbeitetes System eines geteilten Antriebs-Motors für Kraft-  
fahrzeuge zu schaffen, das als primäres Ziel die multiplikative  
Reduzierung der schädlichen Abgas-Emissionen, in Zusammenwir-  
kung mit allen bekannten Emissionsminderern, hat.
- Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst,
- 30 \* daß für das periodische Zusammenkuppeln und Trennen der  
Teil-Kurbelwellen der beiden Teil-Brennkraftmaschinen eine  
halbautomatische Kupplung bereitgestellt wird, die den Kupp-  
lungs- und Trennungsvorgang auf vom Fahrpedal kommende  
Steuerimpulse durchführt, und die außerdem bei jeder Zu-

- sammenkupplung der Teil-Kurbelwellen eine automatische Synchronisierung der Kurbel-Stellungen der beiden Teil-Kurbelwellen vollzieht;
- 5 \* daß zur Erfüllung der Forderungen der Dynamik von mehr-  
zylindrigen Brennkraftmaschinen, konkrete Angaben für die  
Gestaltung der Gesamt-Kurbelwelle und der Teil-Kurbelwellen,  
und für die Anordnung von Gegenmassen zur Tilgung von  
Schwingungen gemacht werden;
- 10 \* daß für den Antrieb der Hilfsgeräte des Kraftfahrzeuges,  
die grundsätzlich von der (beim Fahrbetrieb) ununterbrochen  
arbeitenden Primär-Brennkraftmaschine angetrieben werden,  
eine neuartige Motor-Querwelle mit seitlichen Verlängerungs-  
Wellenstücken bereitgestellt wird, die eine karosseriefeste  
Montage der Hilfsgeräte ermöglicht; wobei der Antrieb der  
15 Hilfsgeräte durch die Primär-Brennkraftmaschine den Vorteil  
hat, daß auch bei langen Autobahn-Schlängenfahrten in sommer-  
licher Hitze z.B. die Klimaanlage funktionsfähig bleibt;
- 20 \* daß für das Kühlsystem des Split-Motors zwei separate  
Zylinder-Kühlwasser-Mäntel verwendet werden, die mit  
Kühlwasser-Rohren miteinander verbunden sind und durch  
Thermostate so geschaltet werden, daß sich zuerst die Pri-  
mär-Brennkraftmaschine schnell anwärmt, danach der Warm-  
wasser-Strom von der Primär-Brennkraftmaschine die (auch  
nicht arbeitende) Sekundär-Brennkraftmaschine anwärmt und  
25 betriebswarm hält, und erst danach der Warmwasser-Strom  
zum Fahrzeug-Kühler geleitet wird.

Außerdem werden noch die folgenden Detail-Ausführungen einbezogen.  
Die Unterteilung des Split-Motors in zwei Teil-Brennkraftmaschinen  
kann zur Hälfte, also in zwei Teile mit gleichen Zylinderzahlen,  
30 oder in zwei Teile mit ungleichen Zylinderzahlen erfolgen, wobei  
im zweitgenannten Fall die Primär-Brennkraftmaschine die kleinere  
Zylinderzahl hat.

Jede Teil-Brennkraftmaschine hat ihre eigene Teil-Kurbelwelle,  
eigenes Schwungrad, eigene Teil-Nockenwelle oder Teil-Nocken-  
35 wellen mit Antrieb, eigenes Schmieröl-System, eigenes Zünd-System,

eigenes Kühl-System u.s.w. Ferner hat jede Teil-Brennkraftmaschine ihren eigenen Teil-Maschinen-Block, und beide Teil-Blöcke untereinander durch eine Trenn-Flanschverbindung verbunden sind; oder alternativ haben beide Teil-Brennkraftmaschinen einen einteiligen  
5 gemeinsamen Maschinen-Block. Die Primär-Brennkraftmaschine ist (beim Längseinbau im Fahrzeug) hinten am Abtrieb zum Fahrzeug-Getriebe angeordnet, während die Sekundär-Brennkraftmaschine davor liegt und ihr Schwungrad vorn hat. Auf diese Weise begegnen sich im Maschinen-Block-Mittelteil das vordere Ende der Teil-Kur-  
10 belwelle der Primär-Brennkraftmaschine und das hintere Ende der Teil-Kurbelwelle der Sekundär-Brennkraftmaschine, wo als Verbindungselement zwischen den beiden Teil-Kurbelwellen die halbautomatische Kupplung placiert ist. Bei Schließung der halbautomatischen Kupplung wird die Leistung der Sekundär-Brennkraftma-  
15 schine über die Teil-Kurbelwelle der Primär-Brennkraftmaschine an das Fahrzeug-Getriebe und weiter an die Fahrzeug-Räder geleitet.

#### ZEICHNUNGS - BESCHREIBUNG.

Die Erfindung wird anhand der beigelegten Zeichnungen näher erläutert.

20 FIG. 1 zeigt:

- \* einen  $2 + 2 = 4$ -Zylinder Split-Motor mit zweiteiligem Maschinen-Block in Seitenansicht und mit teilweise aufgeschnittener Block-Seitenwand;
- \* die Schmieröl-Kreisläufe der beiden Teil-Brennkraftmaschinen  
25 und den elektromagnetisch betätigten Drucköl-Schalter für die halbautomatische Kupplung zwischen den beiden Teil-Kurbelwellen;
- \* die Fahrpedal-Gruppe mit den dazugehörigen Elektro-Schaltern und -Leitungen.

Der Split-Motor ist in Wartestellung vor einer Verkehrsampel ge-  
30 zeigt, mit Leerlauf der Primär-Brennkraftmaschine, dem Drucköl-Schalter in Position "Aus", und gestoppter Sekundär-Brennkraftmaschine. Beim Druck auf das Fahrpedal springt die Sekundär-Brennkraftmaschine an, und wird an die Primär-Brennkraftmaschine angekuppelt.



- FIG. 2 zeigt den Querschnitt durch den Split-Motor gemäß Schnittlinie A - A der FIG. 1, mit einem Rollenkettentrieb für die oben liegende Nockenwelle, die unten liegende Schmieröl-Pumpe und die seitlich liegende gegenläufige (Split-) Ausgleichs-
- 5 welle erster Ordnung. Außerdem wird eine neuartige Motor-Querwelle für die Hilfsgeräte-Antriebe dargestellt.
- FIG. 3 zeigt den Verlauf der Drosselklappen-Öffnungen bzw. die Ergiebigkeit der Benzin-oder Diesel-Einspritzanlagen beider Teil-Brennkraftmaschinen, relativ zum Pedalweg.
- 10 FIG. 4 zeigt die Kinematik des Seilzuges am Drosselklappen-Hebel oder am Hebel der Benzin-oder Diesel-Einspritzanlage der Primär-Brennkraftmaschine.
- FIG. 5 zeigt die Kinematik des Seilzuges am Drosselklappen-Hebel oder am Hebel der Benzin-oder Diesel-Einspritzanlage der
- 15 Sekundär-Brennkraftmaschine.
- FIG. 6 zeigt den halben Querschnitt durch die halbautomatische Kupplung zwischen den Teil-Kurbelwellen der Primär-und der Sekundär-Brennkraftmaschine, deren Sperrklinken nach jeder vollen Relativumdrehung beider Teil-Kurbelwellen einrasten. Der Reib-
- 20 kupplungs-Teil ist in gelöster Position gezeichnet.
- FIG. 7 zeigt den Schnitt durch die Sperrklinken-Kupplung gemäß Schnittlinie B - B der FIG. 6 und FIG. 14, mit Darstellung nur einer der zwei um  $180^\circ$  versetzt angeordneten Sperrklinken.
- FIG. 8 zeigt, als Ansicht "C" der FIG. 7, den abgewickelten
- 25 Umfang des Sperrrades, mit beiden axial spurenversetzten Sperrklinken und mit einseitigen Vollstegen in den Zahnlücken des Sperrrades, wodurch jede Sperrklinke nur in ihre eigene Zahnlücke einrasten kann.
- FIG. 9 bis FIG. 13 zeigen die Funktion der halbautomatischen
- 30 Kupplung zwischen den beiden Teil-Kurbelwellen, mit Hinzuschaltung und Abschaltung der Sekundär-Brennkraftmaschine und mit automatischer Synchronisierung der Kurbel-Stellungen beider Teil-Kurbelwellen.

FIG. 14 zeigt, als Alternative zu FIG. 6, den halben Querschnitt durch die halbautomatische Kupplung zwischen den Teil-Kurbelwellen der Primär- und der Sekundär-Brennkraftmaschine, deren Sperrklinken nach zwei vollen Relativumdrehungen beider Teil-Kurbelwellen ein-  
5 rasten. Der Reibkupplungs-Teil ist in gelöster Position gezeichnet.

FIG. 15 zeigt die Draufsicht auf eine geöffnete Kraftfahrzeug-Motorenraum-Haube mit Längseinbau des erfindungsgemäßen Split-Motors für einen Hinterrad-Antrieb.

FIG. 16 zeigt die Draufsicht auf eine geöffnete Kraftfahrzeug-Motorenraum-Haube mit Quereinbau des erfindungsgemäßen Split-Motors für einen Vorderrad-Antrieb.  
10

FIG. 17 bis FIG. 21 zeigt eine Split-Motoren-Familie mit Reihen- und V-Motoren, wobei FIG. 17 F, mit der Bezeichnung  $2 + 2 = 4$ , dem Split-Motor nach FIG. 1 entspricht. Die Zahlen bedeuten:  
15 erste Zahl = Anzahl der Zylinder der Primär-Brennkraftmaschine;  
zweite Zahl = Anzahl der Zylinder der Sekundär-Brennkraftmaschine;  
dritte Zahl = Anzahl der Zylinder des gesamten Split-Motors.

FIG. 22 zeigt ein Diagramm mit den Verläufen freier Kräfte der hin und her gehenden Triebwerks-Massen einer 2-Zylinder-Maschine und Kurbel-Gruppe, deren zwei Kurbeln zueinander mit  $90^\circ$  versetzt sind, und den Ausgleich dieser freien Kräfte durch die in FIG. 25 und in FIG. 26 gezeigten Gegenmassen. Die römischen Zahlen kennzeichnen die Zylinder, während der Buchstabe "R" den Verlauf der resultierenden Kräfte aus beiden Zylindern oder Kurbeln  
20 wiedergibt. Die Kurve "Q" zeigt den Verlauf der Ausgleichskräfte durch Gegenmassen, an der Kurbel-Gruppe und an einer gegenläufigen Ausgleichswelle erster Ordnung, die den vollen Ausgleich ergeben.

FIG. 23 zeigt ein Übersichts-Diagramm zum Ausgleich der freien  
30 Kräfte zweiter Ordnung innerhalb einer Kurbel-Gruppe durch Gegenmassen, die mit Kurbelwellen-Umdrehung umlaufen. Die Kurve "S" zeigt den Verlauf der freien Kräfte bei variierenden Versatzwinkeln der beiden Kurbeln innerhalb der Kurbel-Gruppe, wobei die Null-Linie bei  $90^\circ$  Kurbel-Versatz geschnitten wird. Die Kurve "T" zeigt  
35 die veränderliche Größe der erforderlichen Gegenmassen. Der volle

- Ausgleich der freien Kräfte zweiter Ordnung wird nur erreicht, wenn die zwei Kurbeln einer Kurbel-Gruppe mit  $90^\circ$  zueinander versetzt sind, und die Gegenmasse - es ist nur die halbe Gegenmasse, die zweite Hälfte rotiert mit der Ausgleichswelle erster
- 5 Ordnung - zu den Kurbeln mit  $135^\circ$  versetzt sind (veranschaulicht in Diagramm-Mitte). Dieser Anordnung entspricht die FIG. 22. FIG. 24 zeigt das Berechnungs-Schema, mit dessen Hilfe die veränderte Zündfolge nach Trennung und wiederholter Zusammen-
- 10 kupplung der beiden Teil-Kurbelwellen mit einer vollen Relativ-Umdrehung bestimmt wird. FIG. 24 X ist der Ausgangszustand. FIG. 24 Y und FIG. 24 Z ist der Zustand nach einer vollen Relativ-Umdrehung. Die römischen Zahlen bezeichnen die einzelnen Zylinder der Brennkraftmaschine, wobei diese Zahlenart ge-
- 15 wählt wurde, um eine Verwechslung mit den arabischen Teile-Zahlen zu vermeiden. Die senkrecht übereinander stehenden Winkel-Zahlen geben die Umdrehungen der Kurbelwelle an. In der FIG. 24 Y sind die Zylinder III und IV um  $360^\circ$  verdreht (verschoben) dargestellt, was schließlich die veränderte Zünd-
- 20 folge gemäß FIG. 24 Z ergibt. FIG. 25 zeigt in perspektivischer Darstellung die Kurbelwelle und die gegenläufige Split-Ausgleichswelle erster Ordnung eines schwingungsarmen  $2 + 2 = 4$  - Zylinder Split-Motors, wobei bei den Zweizylinder-Teil-Kurbelwellen der Primär- und der Sekundär-
- 25 Brennkraftmaschine die zwei Kurbeln zueinander jeweils mit  $90^\circ$  versetzt sind. Die beiden Teil-Kurbelwellen sind im zusammenge-
- 30 kuppelten und synchronisierten Zustand gezeigt, und die dargestellten Gegenmassen ergeben den vollen Ausgleich der freien Kräfte und der freien Kippmomente aus hin und her gehenden Triebwerks-Massen erster und zweiter Ordnung des Gesamt-Mo-
- tors. Gegenmassen zum Ausgleich der freien Kräfte und freien Kippmomente aus umlaufenden Triebwerks-Massen sind nicht gezeigt, um die Deutlichkeit der Darstellung nicht zu beeinträchtigen.

Der Ausgleich dieser freien Kräfte und Kippmomente erfolgt in bekannter Weise, durch zusätzliche umlaufende Gegenmassen an den Teil-Kurbelwellen. Die römischen Zahlen bezeichnen wieder die einzelnen Zylinder des Split-Motors. Die Winkelgrad-Angaben zwischen den römischen Zahlen in der ersten Zeile sind die Zündabstände der einzelnen Zylinder eines Ausgangszustandes mit zusammengekuppelten Teil-Kurbelwellen, und die römischen Zahlen und Winkelgrad-Angaben in der zweiten Zeile zeigen die veränderte Zündfolge und deren Zündabstände nach Abschaltung der Sekundär-Brennkraftmaschine und ihrer wiederholten Umschaltung und Zusammenkupplung mit der Primär-Brennkraftmaschine, nach einer vollen Relativ-Umdrehung zwischen den beiden Teil-Kurbelwellen des Split-Motors.

FIG. 26 zeigt in perspektivischer Darstellung die Kurbelwelle und die gegenläufige Split-Ausgleichswelle erster Ordnung eines schwingungsarmen  $2 + 4 = 6$  - Zylinder Split-Motors, wobei, wie in FIG. 25, bei der Zweizylinder-Teil-Kurbelwelle der Primär-Brennkraftmaschine die zwei Kurbeln zueinander mit  $90^\circ$  versetzt sind, - dagegen bei der Vierzylinder-Teil-Kurbelwelle der Sekundär-Brennkraftmaschine zwei Zweizylinder-Kurbel-Gruppen zur Anwendung kommen, und in jeder Kurbel-Gruppe die zwei Kurbeln zueinander mit  $90^\circ$  versetzt sind, während die zwei Kurbel-Gruppen zueinander mit  $120^\circ$  versetzt sind. Die beiden Teil-Kurbelwellen sind im zusammengekuppelten und synchronisierten Zustand gezeigt, und die dargestellten Gegenmassen ergeben den vollen Ausgleich der freien Kräfte und der freien Kippmomente aus hin und her gehenden Triebwerks-Massen erster und zweiter Ordnung des Gesamt-Motors. Übliche Gegenmassen zum Ausgleich der freien Kräfte und freien Kippmomente aus umlaufenden Triebwerks-Massen sind nicht gezeigt, um die Deutlichkeit der Darstellung nicht zu beeinträchtigen.

- FIG. 27 zeigt eine Teil-Kurbelwelle mit einer für die Erfindung typischen Kurbel-Gruppe und eine Teil-Ausgleichswelle, bei denen für den Ausgleich der freien Kräfte aus hin und her gehenden Triebwerks-Massen innerhalb der Kurbel-Gruppe die
- 5 paarweise zusammenwirkenden Gegenmassen an der Kurbel-Gruppe und an der Teil-Ausgleichswelle, das ist 91 und 101; oder 92 und 102, gleichgerichtet sind, wenn die beiden Kolben der Kurbel-Gruppe (die in der Darstellung hintereinander liegen) von ihren oberen (wie gezeigt) oder unteren Totpunkt-Lagen gleichweit,
- 10 d.i. je  $45^{\circ}$  Kurbelwellen-Umdrehung, entfernt sind. Jedes zusammenwirkende Gegenmassen-Paar: 91 und 101; oder 92 und 102, rotiert nebeneinander in einer gemeinsamen Ebene, die in der Darstellung die Zeichnungs-Ebene ist.
- Für den Ausgleich der freien Rest-Kippmomente erster Ordnung
- 15 aus hin und her gehenden Triebwerks-Massen innerhalb der Kurbel-Gruppe dienen die paarweise zusammenwirkenden zusätzlichen Gegenmassen an der Kurbelwelle und an der Teil-Ausgleichswelle, das ist 110 und 112, sowie 111 und 113, die in Längsrichtung der Wellen und zueinander  $180^{\circ}$  versetzt sind, bei gleicher
- 20 Kolbenlage wie zuvor horizontal liegen, einen Versatzwinkel von  $90^{\circ}$  zu den übrigen Gegenmassen, und einen Versatzwinkel von  $135^{\circ}$  zu den benachbarten Kurbeln der Kurbelwelle aufweisen. Diese Anordnung ist auch in FIG. 25 und in FIG. 26 gezeigt.
- FIG. 28 zeigt das Kühl-System des Split-Motors, wobei die
- 25 ausgezogenen Pfeile den Wasserfluß beim Anwärm-Vorgang der Sekundär-Brennkraftmaschine durch die Primär-Brennkraftmaschine veranschaulichen.

In den Zeichnungen bezeichnen gleiche Zahlen gleiche Teile.

Es bedeuten:

1. Primär-Brennkraftmaschine;
2. Sekundär-Brennkraftmaschine;
- 5 3. Teil-Kurbelwelle der Primär-Brennkraftmaschine 1;
4. Teil-Kurbelwelle der Sekundär-Brennkraftmaschine 2;
5. Schwungrad der Primär-Brennkraftmaschine;
6. Schwungrad der Sekundär-Brennkraftmaschine;
7. Zahnkranz am Schwungrad 5 für einen herkömmlichen
- 10 Elektro-Starter;
8. Herkömmliche Fahr-Kupplung oder alternativ herkömmliches  
automatisches Getriebe;
9. Teil-Nockenwelle der Primär-Brennkraftmaschine, ausgelegt  
für eine mäßige Fahrgeschwindigkeit und eine niedrige
- 15 Leerlauf-Drehzahl;
10. Teil-Nockenwelle der Sekundär-Brennkraftmaschine, opti-  
miert für die Schnellfahrt;
11. Rollenketten-Trieb der Primär-Brennkraftmaschine 1, zwi-  
schen der Motor-Querwelle 23 und dem vorderen Kurbel-  
wellen-Hauptlager 106 liegend;
- 20 12. Rollenketten-Trieb der Sekundär-Brennkraftmaschine 2, zwi-  
schen dem hinteren Kurbelwellen-Hauptlager 103 und der  
halbautomatischen Kupplung 50 liegend;
13. Ölpumpe der Primär-Brennkraftmaschine 1;
- 25 14. Ölpumpe der Sekundär-Brennkraftmaschine 2;
15. Ölfilter der Primär-Brennkraftmaschine 1;
16. Ölfilter der Sekundär-Brennkraftmaschine 2;
17. Schmieröl-Versorgung der Primär-Brennkraftmaschine 1;
18. Schmieröl-Versorgung der Sekundär-Brennkraftmaschine 2;
- 30 19. Zündverteiler für 1;
20. Zündverteiler für 2;

21. Wasserpumpe für 1 (in FIG. 2 Antriebs-Riemenscheibe für diese Wasserpumpe);
22. Wasserpumpe für 2;
23. Motor-Querwelle für den Antrieb der Fahrzeug-Hilfsgeräte;
- 5 24. Schraubenräder-Paar für den Antrieb der Querwelle;
25. Drucköl-Schalter, elektromagnetisch betätigt;
26. Drucköl-Schalter-Position für Auto-Stopp vor Verkehrs-Ampeln und für Auto-Schlängenfahrten, mit nur laufender Primär-Brennkraftmaschine;
- 10 27. Drucköl-Schalter-Position für Schnellfahrt, mit laufender und hinzugeschalteter Sekundär-Brennkraftmaschine;
28. Fahrpedal;
29. Einstellbarer Abstand für das Starten und Hinzuschalten, bzw. für das Abtrennen und Stoppen der Sekundär-Brennkraftmaschine;
- 15 30. Einstellschraube für Abstand 29;
31. Stromzuführung vom herkömmlichen Zündschalter;
32. Stromzuführung zur Zündung der Sekundär-Brennkraftmaschine;
33. Stromzuführung zur Zündung der Primär-Brennkraftmaschine;
34. Schlepp-Kontakt-Geber für das Starten und Hinzuschalten, bzw. Abtrennen und Stoppen der Sekundär-Brennkraftmaschine. Durch den hier ein-oder ausgeschalteten Stromfluß wird der Drucköl-Schalter 25 und die Zündung 32 der Sekundär-Brennkraftmaschine ein-oder ausgeschaltet;
- 20 35. Verzögerungsventil für das Lösen der halbautomatischen Kupplung 50, bei Getriebegang-Wechsel;
- 25 36. Schalter am Armaturenbrett zum dauerhaften Abschalten der Sekundär-Brennkraftmaschine;
37. Schalterposition für Auto-Schlängenfahrten, mit nur laufender Primär-Brennkraftmaschine. Auch der Start der Primär-Brennkraftmaschine mittels des herkömmlichen Elektro-Starters erfolgt mit dieser Schalterposition;
- 30 38. Schalterposition für Normalfahrt mit Stopp-und Restart-Funktion vor Verkehrs-Ampeln und für Schnellfahrt, mit periodisch hinzu-und abgeschalteter Sekundär-Brennkraftmaschine;

- 39. Seilzug vom Fahrpedal zum Vergaser oder zur Benzin-oder Dieselöleinspritzanlage der Primär-Brennkraftmaschine;
- 40. Seilzug vom Fahrpedal zum Vergaser oder zur Benzin-oder Dieselöleinspritzanlage der Sekundär-Brennkraftmaschine;
- 5 41. Wellenbiegekupplungen mit Gummischeiben oder Kreuzgelenke an beiden Enden der Motor-Querwelle 23;
- 42. Verlängerungs-Wellenstücke, verlängern beiderseitig die Motor-Querwelle 23;
- 43. Riemen-Scheiben für den Antrieb der Hilfsgeräte 46;
- 10 44. Stützlager in Elastomer-Polstern. Polsterfassungen zweiteilig, zum Einlegen der Treibriemen;
- 45. Beschlag für Stützlager 44;
- 46. Kraftfahrzeug-Hilfsgeräte, wie: Lichtmaschine, Klimakompressor, Lenkhilfepumpe u.s.w., karosseriefest montiert und angetrieben durch die Motor-Querwelle 23;
- 15 47. Hydraulischer Rollenketten-Spanner mit mechanischer Rücklaufsperrre, separat für Rollenketten-Triebe 11 und 12;
- 48. Zylinderrollen-Wälzlagerungen der Reibscheibe 51/52;
- 49. Drosselklappen-Öffnung und/oder Ergiebigkeit der Benzin-oder Dieselöl-Einspritzung;
- 20 50. Halbautomatische Kupplung zwischen der Teil-Kurbelwelle 3 der Primär-Brennkraftmaschine 1 und der Teil-Kurbelwelle 4 der Sekundär-Brennkraftmaschine 2;
- 51. Reibscheibe, gehärtet, der halbautomatischen Kupplung nach FIG. 6, die zugleich Sperrrad mit zwei diametral gegenüberliegenden Zahnücken für zwei Sperrklinken 60 ist;
- 25 52. Reibscheibe, gehärtet, der alternativen halbautomatischen Kupplung nach FIG. 14, die zugleich Sperrrad mit zwei diametral gegenüberliegenden Zahnücken für zwei Sperrklinken 60 und Träger der Satelliten-Zahnräder 73 ist;
- 30 53. Großer Reibring mit dicht liegenden konzentrischen Rillen und mit in Abständen liegenden radialen Rillen an der Reibfläche, der auf seiner Peripherie und auf der zur Reibfläche entgegengesetzten Seite einen Ringvorsatz mit innerer Hohlkegelfläche hat, und der z.B. aus einer Kupfer-Legierung gefertigt ist;
- 35



- 54. Kleiner Reibring mit dicht liegenden konzentrischen Rillen und mit in Abständen liegenden radialen Rillen an der Reibfläche, der z.B. aus einer Kupfer-Legierung gefertigt ist;
- 55. Zylinderkörper, scheibenförmig;
- 5 56. Betätigungs-Kolben, durch Drucköl beaufschlagt, und mit keilförmigen Ausschnitten, die dem Ringvorsatz des Reibringes 53 entsprechen;
- 57. Rückstell-Federn der Kolben 56;
- 58. Drucköl-Zuführungsleitungen, gebohrt in der Teil-Kurbelwelle 4;
- 10 59. Rückstell-Wellenfeder des großen Reibringes 53;
- 60. Sperrklinken, zwei Stück gegenüberliegend;
- 61. Gegengewichte der Sperrklinken 60;
- 62. Drehzapfen für die Sperrklinken 60, am Zylinderkörper 55;
- 63. Rückstell-Federn der Sperrklinken 60;
- 15 64. Abheb-Hebel für Sperrklinken 60, mit federndem Zahn;
- 65. Wippe und Welle zur Betätigung des Hebels 64;
- 66. Zylinder und druckölbetätigter Kolben der Wippe 65;
- 67. Rückstell-Feder der Wippe 65;
- 68. Vollsteg einer Zahnücke des Sperrades 51/52;
- 20 69. Vollsteg der zweiten Zahnücke des Sperrades 51/52;
- 70. Axialer Spuren-Versatz der beiden Sperrklinken 60;
- 71. Drehschwingungs-Dämpfer, z.B. aus Fluor-Elastomer, zwischen der Teil-Kurbelwelle 3 der Primär-Brennkraftmaschine 1 und der Teil-Kurbelwelle 4 der Sekundär-Brennkraftmaschine 2;
- 25 72. Mehrere radial angeordnete Zylinder;
- 73. Satelliten-Zahnräder, mindestens zwei Stück und am Umfang gleichmäßig verteilt;
- 74. Sonnenzahnrad des Planeten-Getriebes, drehfest mit der Teil-Kurbelwelle 4 verbunden;
- 30 75. Äußeres Hohl-Zahnrad des Planeten-Getriebes, mit Hilfe des Drehschwingungs-Dämpfers 71 mit der Teil-Kurbelwelle 3 drehfest verbunden;
- 76. Drucköl-Leitung zur halbautomatischen Kupplung 50;
- 77. Verzögerungsschalter für die Zündungs-Unterbrechung der
- 35 Sekundär-Brennkraftmaschine bei Getriebegang-Wechsel;

- 5 78. Trennflansch-Ebene des gemeinsamen Maschinen-Blocks, im Teilungsbereich der beiden Teil-Brennkraftmaschinen. Durch die Trennung des Blocks wird die Montage vereinfacht und die Reparatur durch Austausch der Primär-oder der Sekundär-Brennkraftmaschine als ganze Module erleichtert;
79. Abtriebswelle zum Getriebe des Kraftfahrzeuges;
80. Zwei-Ventil-Thermostat herkömmlicher Bauart, in der oberen Ablaufleitung der Primär-Brennkraftmaschine 1;
81. Bypass-Leitung des Thermostates 80;
- 10 82. Fahrzeug-Innenheizung;
83. Zwei-Ventil-Thermostat in der unteren Zulaufleitung der Sekundär-Brennkraftmaschine 2;
84. Rückfluß-Verhinderungs-Ventil, elektromagnetisch betätigt und elektrisch verbunden mit der Zündung 32 der Sekundär-Brennkraftmaschine 2;
- 15 85. Fahrzeug-Kühler;
86. Lüfter;
87. Entlüftungsgefäß des Kühlsystems;
88. Alternative Verbindungsleitung, eines für beide Teil-Brennkraftmaschinen gemeinsamen Schmieröl-Systems;
- 20 89. Kühlwasser-Mantel der Primär-Brennkraftmaschine 1;
90. Kühlwasser-Mantel der Sekundär-Brennkraftmaschine 2;
91. Gegenmassen der Teil-Kurbelwelle 3 der Primär-Brennkraftmaschine 1, zum Ausgleich einer Hälfte der freien Kräfte aus hin und her gehenden Triebwerks-Massen (in der Beschreibung auch als "übrige Gegenmassen" bezeichnet);
- 25 92. Gegenmassen der Teil-Kurbelwelle 4 der Sekundär-Brennkraftmaschine 2, zum Ausgleich einer Hälfte der freien Kräfte aus hin und her gehenden Triebwerks-Massen (in der Beschreibung auch als "übrige Gegenmassen" bezeichnet);
- 30 93. Teil-Ausgleichswelle erster Ordnung der Primär-Brennkraftmaschine 1, die mit gleicher Drehzahl, aber entgegengesetzt zur Kurbelwelle läuft;
- 35 94. Teil-Ausgleichswelle erster Ordnung der Sekundär-Brennkraftmaschine 2, die mit gleicher Drehzahl, aber entgegengesetzt zur Kurbelwelle läuft;

- 93 und 94 zusammen: Split-Ausgleichswelle;
95. Antriebsritzel der Teil-Ausgleichswelle 93;
96. Antriebsritzel der Teil-Ausgleichswelle 94;
97. Ketten-Mulde;
- 5 98. Leerlaufeinstellung;
101. Gegenmasse der Teil-Ausgleichswelle 93 der Primär-Brennkraftmaschine 1, zum Ausgleich der zweiten Hälfte der freien Kräfte aus hin und her gehenden Triebwerks-Massen (in der Beschreibung auch als "übrige Gegenmassen" bezeichnet);
- 10 102. Gegenmasse der Teil-Ausgleichswelle 94 der Sekundär-Brennkraftmaschine 2, zum Ausgleich der zweiten Hälfte der freien Kräfte aus hin und her gehenden Triebwerks-Massen (in der Beschreibung auch als "übrige Gegenmassen" bezeichnet);  
Bei arbeitenden und synchronisierten Primär- und Sekundär-Brennkraftmaschinen laufen die Teil-Ausgleichswellen 93 und 94 auch zueinander synchron, wobei die Gegenmassen 101 und 102 mit  $180^\circ$  bzw.  $120^\circ$  zueinander ständig versetzt sind;
- 15 103. Hinteres Kurbelwellen-Hauptlager der Sekundär-Brennkraftmaschine 2;
- 20 104. Gegenmassen der Teil-Kurbelwelle 4 der Sekundär-Brennkraftmaschine 2, zum Ausgleich einer Hälfte der freien Kräfte aus hin und her gehenden Triebwerks-Massen (in der Beschreibung auch als "übrige Gegenmassen" bezeichnet);
105. Gegenmasse der Teil-Ausgleichswelle 94 der Sekundär-Brennkraftmaschine 2, zum Ausgleich der zweiten Hälfte der freien Kräfte aus hin und her gehenden Triebwerks-Massen (in der Beschreibung auch als "übrige Gegenmassen" bezeichnet);
- 25 104 und 105 nur für den  $2 + 4 = 6$ -Zylinder Split-Motor nach FIG. 26;
106. Vorderes Kurbelwellen-Hauptlager der Primär-Brennkraftmaschine;
- 30 107. Kolben;
108. Weg des Fahrpedals 28;
- 110 und 112. Zwei zusätzliche Gegenmassen an den Teil-Kurbelwellen 3 und 4, die nur eine Kurbel-Gruppe aufweisen, FIG. 25; FIG. 26 und FIG. 27,  $180^\circ$  zueinander versetzt,  $90^\circ$  zu den übrigen Gegenmassen 91 bzw. 92 versetzt,  $135^\circ$  zu den benachbarten Kurbeln versetzt und an den äußeren Kurbel-Endwangen befestigt, die zum Ausgleich der
- 35

freien Rest-Kippmomente erster Ordnung aus hin und her gehenden Triebwerks-Massen innerhalb der Kurbel-Gruppen dienen;

- 5 111 und 113. Zwei zusätzliche Gegenmassen an den Teil-Ausgleichswellen 93 und 94, für Teil-Kurbelwellen, die nur eine Kurbel-Gruppe aufweisen, FIG. 25; FIG. 26 und FIG. 27,  $180^\circ$  zueinander versetzt,  $90^\circ$  zu den übrigen Gegenmassen 101 bzw. 102 versetzt, und an den Enden der Teil-Ausgleichswellen befestigt, die, zusammen mit 110 und 112, zum Ausgleich der
- 10 freien Rest-Kippmomente erster Ordnung aus hin und her gehenden Triebwerks-Massen innerhalb der Kurbel-Gruppen dienen;
- 15 114 und 116. Zwei zusätzliche Gegenmassen an der Teil-Kurbelwelle 4, die zwei um  $120^\circ$  zueinander versetzte Kurbel-Gruppen aufweist, FIG. 26,  $180^\circ$  zueinander versetzt,  $30^\circ$  zu den übrigen Gegenmassen 92 und 104 versetzt,  $165^\circ$  zu den benachbarten Kurbeln versetzt und an den äußeren Kurbel-Endwangen befestigt, die zum Ausgleich der freien Rest-Kippmomente erster Ordnung aus hin und her gehenden Triebwerks-
- 20 Massen innerhalb der beiden Kurbel-Gruppen dienen;
- 25 115 und 117. Zwei zusätzliche Gegenmassen an der Teil-Ausgleichswelle 94 in FIG. 26, für Teil-Kurbelwellen, die zwei um  $120^\circ$  zueinander versetzte Kurbel-Gruppen aufweisen,  $180^\circ$  zueinander versetzt,  $30^\circ$  zu den übrigen Gegenmassen 102 und 105 versetzt, und an den Enden der Teil-Ausgleichswelle befestigt, die zusammen mit 114 und 116 zum Ausgleich der freien Rest-Kippmomente erster Ordnung aus hin und her gehenden Triebwerks-Massen innerhalb der Kurbel-Gruppen dienen.

#### DETAILLIERTE ZEICHNUNGS - BESCHREIBUNG

#### 30 UND FUNKTION DES SPLIT - MOTORS.

Ein mit dem erfindungsgemäßen Split-Motor ausgestattetes Fahrzeug wird so gefahren, wie jedes herkömmliche Kraftfahrzeug.

Der einzige Unterschied besteht in einem Schalter 36 am Armaturenbrett, der zwei Schaltpositionen hat :

- 35 Position 38, für die Normalfahrt mit Stopp-und Restart-Funktion, bei der die Primär-Brennkraftmaschine 1 ständig arbeitet und die Sekundär-Brennkraftmaschine 2 für jede Beschleunigungs-

und Schnellfahrt automatisch gestartet und als Booster-Maschine zum Antrieb des Fahrzeuges hinzugeschaltet wird; - dagegen für jede Langsamfahrt vom Antrieb automatisch wieder abgetrennt und gänzlich gestoppt wird. Das geschieht auch beim Stopp  
5 vor jeder Verkehrsampel und beim Schubbetrieb;

Position 37, für Auto-Schlängenfahrten, bei der die Primär-Brennkraftmaschine 1 arbeitet und die Sekundär-Brennkraftmaschine 2 gänzlich abgeschaltet ist.

Das automatische Starten, Hinzuschalten zum Antrieb, Abschalten  
10 und Stoppen der Sekundär-Brennkraftmaschine wird ohne besonderes Zutun des Fahrers vom Fahrpedal 28 gesteuert, das über einen Schlepp-Kontakt-Geber 34, mit Ein/Aus-Funktion, den Drucköl-Schalter 25 für die halbautomatische Kupplung 50 und die Zündung 32 der Sekundär-Brennkraftmaschine 2 ein- und ausschaltet. Der Schlepp-  
15 Kontakt-Geber 34 ist in seiner Position relativ zum Pedalweg einstellbar, 29 und 30, wodurch der Start-Punkt und Stopp-Punkt der Sekundär-Brennkraftmaschine verändert werden kann. Der Drucköl-Schalter 25 wird durch das Schmieröl-System der Primär-Brennkraftmaschine 1 gespeist. Auf diese Weise wird erreicht, daß auch  
20 bei gestoppter Sekundär-Brennkraftmaschine und nicht arbeitender Ölpumpe 14 dieser Maschine der Drucköl-Schalter 25 und die halbautomatische Kupplung 50 mit Drucköl versorgt wird. Der Drucköl-Schalter und insbesondere sein hydraulischer Teil ist im Motor-Block, z.B. in der Block-Querwand des hinteren Kurbelwellen-Hauptlagers 103  
25 der Sekundär-Brennkraftmaschine untergebracht, FIG. 6 und FIG. 14, während der elektromagnetische Teil des Drucköl-Schalters außerhalb des Motor-Blockes liegt.

Beim Startvorgang der Sekundär-Brennkraftmaschine 2 gibt der Drucköl-Schalter 25 einen Druckölstrom frei, der über die Leitung 76  
30 zum hinteren Kurbelwellen-Hauptlager der stehenden Sekundär-Brennkraftmaschine, und weiter durch Kurbelwellen-Bohrungen 58 in die halbautomatische Kupplung 50 gelangt.

Alternativ können die beiden Schmieröl-Systeme der Primär-Brennkraftmaschine 1 und der Sekundär-Brennkraftmaschine 2 durch eine  
35 Verbindungsleitung 88 zu einem gemeinsamen Schmieröl-System zu-

sammengeschlossen werden. Dann entfällt die Ölpumpe 14 und das Ölfilter 16 der Sekundär-Brennkraftmaschine.

Die Betätigung der Fahr-Kupplung 8 und des Hand-Schaltgetriebes bzw. die Bedienung eines automatischen Getriebes wird wie bei her-  
5 kömmlichen Kraftfahrzeugen durchgeführt. Bei Fahrtbeginn wird der Split-Motor wie üblich mit dem Zündschlüssel und durch einen her-  
kömmlichen Elektro-Startermotor angeworfen, wobei der Schalter 36 in Position 37 steht und nur die Primär-Brennkraftmaschine 1 durch-  
gedreht und gestartet wird; was eine wesentlich kleinere elektrische  
10 Leistung erfordert als gegenwärtig.

Die dynamischen Eigenschaften einer Mehrzylinder-Hubkolben-Brenn-  
kraftmaschine erfordern es, daß die einzelnen Kurbeln der Kurbel-  
welle bestimmte Versatzwinkel haben, um die freien Kräfte und die  
freien Kipp-Momente der Gesamtmaschine auszugleichen. - Das aber  
15 geht teilweise oder gänzlich verloren, wenn man eine Mehrzylinder-  
maschinen-Kurbelwelle in zwei Teil-Kurbelwellen unterteilt, und die  
Teil-Kurbelwellen mittels einer einfachen Reibkupplung wieder belie-  
big zusammenkuppelt.

Will man die ursprünglichen Vorteile hinsichtlich der freien Kräfte  
20 und der freien Kipp-Momente wieder voll nutzen, müssen die beiden  
Teil-Kurbelwellen so zusammengekuppelt werden, daß ihre Kurbeln  
auch wieder die Versatzwinkel der ursprünglichen Gesamtkurbelwelle  
aufweisen. Das bedeutet, daß die Zusammenkupplung nur nach jeder  
vollen Relativumdrehung der beiden Teil-Kurbelwellen erfolgen darf;  
25 - was bei einer 4-Takt Maschine dennoch die Zündfolge ver-  
ändert. Soll auch die ursprüngliche Zündfolge erhalten bleiben,  
muß die Zusammenkupplung nach zwei vollen Relativumdrehungen der  
beiden Teil-Kurbelwellen erfolgen.

Dafür ist die Synchronisierung der Kurbel-Stellungen der beiden  
30 Teil-Kurbelwellen 3 und 4 durch die halbautomatische Kupplung 50,  
die zwischen den beiden Teil-Kurbelwellen liegt und sie verbindet,  
erforderlich. periodisch

Die halbautomatische Kupplung 50, FIG. 6 bis FIG. 14, besteht aus:

- \* einer Reibkupplung mit Zweirichtungs-Funktion 51/52; 53; 54, bei der beide relativen Gleit-Richtungen, nach vorwärts und nach rückwärts, genutzt werden;
- 5 \*\* einer Sperrklinken-Kupplung 51/52; 60, mit nur einer Einrastposition der Sperrklinken je volle Relativ-Umdrehung der beiden Teil-Kurbelwellen 3 und 4, und alternativ zu \*\*
- 10 \*\*\* einer Sperrklinken-Kupplung mit zusätzlichem Planeten-Getriebe 73; 74; 75, mit nur einer Einrastposition der Sperrklinken je zwei volle Relativ-Umdrehungen der beiden Teil-Kurbelwellen 3 und 4; und
- \*\*\*\* einem Drehschwingungs-Dämpfer 71.

Die halbautomatische Kupplung 50 hat folgende Funktionen:

- 15 a. Start-Durchdrehen der Sekundär-Brennkraftmaschine 2, wobei die Primär-Brennkraftmaschine 1 als Startermotor dient, und die Reibkupplung einen stoßfreien Durchdreh-Vorgang ermöglicht.
  - b. Automatische Synchronisierung der Kurbel-Stellungen der beiden Teil-Kurbelwellen 3 und 4, und ihre Zusammenkupplung zu einer
  - 20 dynamisch optimal wirkenden Gesamt-Kurbelwelle. Das wird erfindungsgemäß auf diese Weise gelöst, daß die Reibkupplung mit Zweirichtungs-Funktion so bemessen ist, daß sie für die Übertragung des Anwurf-Drehmomentes der Sekundär-Brennkraftmaschine 2 ausreicht, - jedoch für die Übertragung des Leis-
  - 25 tungs-Drehmomentes der arbeitenden Sekundär-Brennkraftmaschine unterdimensioniert ist. Dadurch rutscht die geschlossene Reibkupplung nach dem Anspringen der Sekundär-Brennkraftmaschine langsam durch (slipt), - jetzt aber mit umgekehrter relativer Gleit-Richtung als beim Startvorgang (!) - , was so
  - 30 lange andauert, bis die Sperrklinken 60 der Sperrklinken-Kupplung in ihre Zahnücken in der Reibscheibe 51/52 einrasten und die Übertragung des Drehmomentes der arbeitenden Sekundär-Brennkraftmaschine übernehmen.
- Das beendet den automatischen Synchronisierungs-Vorgang.

- c. Abtrennung der Sekundär-Brennkraftmaschine 2 von der Primär-Brennkraftmaschine 1, wenn die Leistung der Sekundär-Brennkraftmaschine nicht mehr benötigt wird, z.B. bei einem Zwischenaufenthalt vor einer Verkehrs-Ampel, bei einer Auto-Schlängelfahrt oder bei Schubbetrieb.

Das Zusammenkuppeln und Trennen der beiden Teil-Kurbelwellen und der Synchronisierungs-Vorgang sind in den FIG. 9 bis 13 mit vektoriell dargestellten Bewegungsgrößen veranschaulicht. Die linken Zeichnungs-Seiten zeigen die Reibkupplung mit Zweirichtungs-Funktion in gelöster und in geschlossener Position und insbesondere in FIG. 10 und FIG. 11, durch jeweils zwei kleine Vektoren dargestellt, die relativen Zweirichtungs-Gleitbewegungen zwischen der Reibscheibe 51/52 und den Reibringen (nur 53 gezeigt). Die rechten Zeichnungs-Seiten zeigen die Sperrklinken-Kupplung mit einer Sperrklinke und einem Sektor des Sperrrades mit Zahnücke.

FIG. 9 zeigt den Ausgangs-Zustand:

Die Reibkupplung 51/52; 53 ist gelöst. Die Sperrklinke 60 ist angehoben. Nur die Primär-Brennkraftmaschine 1 läuft.

- Um die Sekundär-Brennkraftmaschine in Gang zu setzen und sie an die Primär-Brennkraftmaschine anzukuppeln, wird Drucköl in die Kupplungs-Zylinder 72 und 66 (hier nicht gezeigt) geleitet.

Das bewirkt den folgenden Ablauf:

- FIG. 10. Die Reibkupplung 51/52; 53 schließt und startet die Sekundär-Brennkraftmaschine 2. Die Sperrklinke 60 wird abgesenkt, rastet aber noch nicht ein, weil die Drehgeschwindigkeit der Sekundär-Brennkraftmaschine 2 anfangs kleiner ist als die Drehgeschwindigkeit der Primär-Brennkraftmaschine 1.

- FIG. 11. Die Sekundär-Brennkraftmaschine 2 erhöht ihre Leistung und Drehzahl gegenüber der Primär-Brennkraftmaschine 1, die Reibkupplung 51/52; 53 rutscht durch (slip), - jetzt aber mit umgekehrter relativer Gleit-Richtung als beim Startvorgang -, und die Sperrklinke 60 nähert sich ihrer Einrast-Position. Das ist der automatische Synchronisierungs-Vorgang beider Teil-Kurbelwellen 3 und 4.

- FIG. 12. Die Sperrklinke 60 hat eingerastet: die Primär-Brennkraftmaschine 1 und die Sekundär-Brennkraftmaschine 2 laufen gleich schnell. Das beendet den automatischen Synchronisierungs-Vorgang.



Um die Sekundär-Brennkraftmaschine 2 wieder abzukuppeln und zu stoppen, wird , durch Ausschalten des Drucköl-Schalters 25, der Öldruck in den Kupplungs-Zylindern 72 und 66 abgesenkt und das Öl in die Ölwanne der Brennkraftmaschine zurückgeführt. Gleichzeitig wird die Zündung und/oder die Kraftstoff-Einspritzung der Sekundär-Brennkraftmaschine unterbrochen. Das bewirkt den folgenden Ablauf:

FIG. 13. Die Reibkupplung 53; 51/52 wird gelöst. Die Sekundär-Brennkraftmaschine 2 bleibt in der Drehzahl zurück, wodurch sich die Sperrklinke 60 löst. Und damit die Sperrklinke im gelösten Kupplungs-Zustand nicht andauernd über die Zahnücke auf und ab springt, wird sie angehoben.

Danach läuft die Primär-Brennkraftmaschine 1 allein weiter.

Die Reibkupplung ist eine ölbenetzte Scheibenkupplung mit einer mittig liegenden Reibscheibe 51/52 und zwei außen liegenden Reibringen 53 und 54. Der große Reibring 53 wird axial an die Reibscheibe angepresst, wodurch sich die Reibscheibe in der Zylinderrollen-Wälzlagerung 48 axial verschiebt und dadurch auch mit dem nicht verschiebbaren kleinen Reibring 54 in Kontakt kommt. Die Anpressung des großen Reibringes 53 erfolgt durch mehrere radial im Zylinderkörper 55 angeordnete Betätigungs-Kolben 56, die durch die Keilwirkung zwischen den Kolben-Ausschnitten und der Hohlkegelfläche des Ringvorsatzes des Reibringes den Reibring axial verschieben. Dabei bewegen sich die durch Drucköl beaufschlagten Betätigungs-Kolben radial nach außen. Der Zylinderkörper 55 und die Reibringe 53 und 54 sind mit der Teil-Kurbelwelle 4 der Sekundär-Brennkraftmaschine 2 verbunden; und die Reibscheibe 51/52 wird von der Teil-Kurbelwelle 3 der Primär-Brennkraftmaschine 1 über den Drehschwingungs-Dämpfer 71 angetrieben.

In der Sperrklinken-Kupplung dient der Anhebe-Hebel 64, der über eine kurze Welle und die Wippe 65 mit dem Kolben 66 und Rückstellfeder 67 verbunden ist, zum Anheben der Sperrklinke(n) 60, FIG. 13 und FIG. 7. Die Feder 67 ist so stark, daß sie die Rückstellfeder 63 der Sperrklinke überwindet, und die Sperrklinke dauernd anhebt.

Wird aber Drucköl in die Kupplungs-Zylinder geleitet, gelangt das

- Drucköl durch eine Verbindungsbohrung im Zylinderkörper 55 auch unter den Kolben 66, der die Feder 67 überwindet, und die Sperrklinke(n) 60 wird(werden) auf das Sperrrad 51/52 abgesenkt.
- Die beiden diametral gegenüberliegenden Sperrklinken 60 dürfen nur
- 5 jeweils in ihre eigene Zahnücke am Sperrrad 51/52 einrasten, wenn die Bedingung erfüllt werden soll, daß die Sperrklinken-Kupplung nur eine Einrastposition der Sperrklinken je volle Relativ-Umdrehung der beiden Teil-Kurbelwellen hat. Das wird erfindungsgemäß dadurch erreicht, daß die beiden Sperrklinken auf zueinander axial versetzten
- 10 Spuren 70 laufen, und die Zahnücken im Sperrrad abwechselndseitige seitliche Vollstege 68 und 69, FIG. 8, aufweisen, so daß die Sperrklinken in die falschen Zahnücken (nach einer halben Umdrehung) nicht einrasten können, weil sie über die seitlichen Vollstege rübergleiten.
- 15 Die bisher beschriebene halbautomatische Kupplung 50 bezog sich hauptsächlich auf die einfachere Kupplungs-Konstruktion nach FIG. 6, die nach jeder vollen Relativ-Umdrehung der beiden Teil-Kurbelwellen 3 und 4 einrastet.
- Soll die halbautomatische Kupplung dagegen - zur Erhaltung auch der
- 20 ursprünglichen Zündfolge - erst nach zwei vollen Relativ-Umdrehungen der beiden Teil-Kurbelwellen einrasten, ist die Konstruktion nach FIG. 14 erforderlich, die zusätzlich zur einfacheren Kupplungs-Konstruktion noch ein Planeten-Getriebe 73; 74; 75 mit einem Übersetzungs-Verhältnis 1 : 2 aufweist. Hierbei ist die Reibscheibe 52
- 25 der Reibkupplung gleichzeitig Träger der Satelliten-Zahnräder 73, das Sonnen-Zahnrad 74 des Planeten-Getriebes <sup>ist</sup> (am Ende der Teil-Kurbelwelle 4 drehfest befestigt, und das äußere Hohl-Zahnrad 75 ist mit Hilfe des Drehschwingungs-Dämpfers 71 mit der Teil-Kurbelwelle 3 drehfest verbunden.
- 30 Die Funktion dieser halbautomatischen Kupplung beruht darauf, daß bei loser Reibkupplung und gestoppter Sekundär-Brennkraftmaschine 2, die arbeitende Primär-Brennkraftmaschine 1 den Satelliten-Träger 73 mit halber Drehzahl antreibt; also bei einer vollen Umdrehung der Teil-Kurbelwelle 3, der Satelliten-Träger nur eine halbe Umdrehung
- 35 macht. Da aber der Satelliten-Träger 52 gleichzeitig auch Sperrrad

für die Sperrklinken 60 ist, und die Sperrklinken nur nach einer vollen Relativ-Umdrehung zwischen Sperrrad und Teil-Kurbelwelle 4 einrasten, muß die Teil-Kurbelwelle 3 hierfür zwei volle Umdrehungen machen.

- 5 Die halbautomatische Kupplung nach FIG. 14 mit Planeten-Getriebe ist aufwendiger und hat eine größere Baulänge als die einfachere Kupplungs-Konstruktion nach FIG. 6. Deshalb suchten die Erfinder nach Möglichkeiten, die einfachere Kupplungs-Konstruktion immer zu verwenden, auch wenn das einige Veränderungen am Motor be-
- 10 deuten würde.

Um diese Möglichkeiten abzuklären, wurde eine Studie durchgeführt, die auch noch das Ziel verfolgte, eine grundsätzliche kleine Triebwerks-Einheit für Split-Motoren zu schaffen, die z.B. passend für die Primär-Brennkraftmaschine wäre.

- 15 Die Ergebnisse der Studie zeigen die FIG. 22 und FIG. 23, und die grundsätzliche kleine Triebwerks-Einheit hat zwei Zylinder.

Wenn man, gemäß FIG. 22, die zwei Kurbeln der herausgefundenen 2-Zylinder-Ausführung mit  $90^\circ$  zueinander versetzt und sie mit diesem festen Versetzungswinkel betreibt, entsteht aus den zwei Massen-

- 20 Kräfte-Kurven "I" und "II" der beiden Zylinder (nur aus hin und her gehenden Triebwerks-Massen) die resultierende Kräfte Kurve "R" erster Ordnung, die einer Sinus-Kurve weitgehend gleicht. Dieser Kräfte-Verlauf macht es möglich, die resultierenden Kräfte durch zwei gegenläufig umlaufende Gegenmassen - eine Gegenmasse an der
- 25 Kurbel-Welle, jeweils mit  $135^\circ$  zu den beiden Kurbeln versetzt, die zweite Gegenmasse an einer Ausgleichswelle erster Ordnung - zu kompensieren, die eine entgegenwirkende Sinus-Kräfte-Kurve "Q" liefern; und wodurch die freien Kräfte aus hin und her gehenden Triebwerks-Massen fast gänzlich ausgeglichen werden (die Unge-
- 30 nauigkeit beträgt:  $\pm 1,1\%$  für  $\lambda = 1/4$ ; und  $\pm 1,6\%$  für  $\lambda = 1/3,5$ ; und sie entsteht vor allem durch die Massenkräfte vierter Ordnung).

Die erforderlichen Gegenmassen-Größen ergeben sich aus den zu erzeugenden Gegenkräfte-Größen erster Ordnung, die an der Kurbel-Welle als auch an der Ausgleichs-Welle jeweils  $0,7071 m_h \cdot r \cdot \omega^2$ ; betragen;

- wobei für die zu erzeugenden Gegenkräfte-Größen auch ein Kräfte-Bereich von  $\pm 1,0 m_h \cdot r \cdot \omega^2$ ; mitbeansprucht wird, weil Gegenkräfte, die innerhalb dieses Bereiches liegen, auch schon vorteilhafte Ergebnisse im Sinne der Erfindung liefern. Das analoge gilt für die
- 5 angeführten zwei Versatz-Winkel von  $90^\circ$  zwischen den zwei Kurbeln und  $135^\circ$  zwischen der Gegenmasse an der Kurbel-Welle und den beiden Kurbeln, die Optimalwerte darstellen, FIG. 23. Für die Patentansprüche werden auch hier Versatzwinkel-Bereiche mit-
- 10 beansprucht: für die Kurbeln untereinander  $\pm 60^\circ$  beiderseitig des Optimalwertes, das ist von  $30^\circ$  bis  $150^\circ$  Kurbelversatz; und für die Gegenmassen relativ zu den Kurbeln und größenordnungs-
- mäßig übereinstimmend  $\pm 30^\circ$  beiderseitig des Optimalwertes, das ist von  $105^\circ$  bis  $165^\circ$  Gegenmassen-Versatz (in FIG. 23 durch Schräg-Schraffur verdeutlicht).
- 15 Dieses Prinzip wurde für einen erfindungsgemäßen  $2 + 2 = 4$ -Zylinder Split-Motor verwendet, der eine geteilte Kurbel-Welle und eine gegenläufige Split-Ausgleichswelle erster Ordnung nach FIG. 25 enthält. Dieser Split-Motor ist so laufruhig wie ein herkömmlicher 6-Zylinder Motor, oder wie ein herkömmlicher 4-Zylinder Motor mit zwei
- 20 Ausgleichswellen zweiter Ordnung, z.B. nach DOS 24 55 667 (Ausführungsbeispiel: Porsche 944); - verwendet aber nur eine einzige Ausgleichswelle erster Ordnung, was wesentlich preisgünstiger ist.
- Im erfindungsgemäßen 4-Zylinder Split-Motor bilden sowohl die zwei Kurbeln der Teil-Kurbelwelle 3 der Primär-Brennkraftmaschine 1
- 25 als auch die zwei Kurbeln der Teil-Kurbelwelle 4 der Sekundär-Brennkraftmaschine 2, analog zu FIG. 22 und FIG. 23, jeweils Kurbel-Gruppen, von denen jede Gruppe aus zwei zueinander mit  $90^\circ$  versetzten Kurbeln besteht. Die in FIG. 25 dargestellten Gegen-
- 30 massen, 91 und 92 an den Teil-Kurbelwellen, jeweils  $135^\circ$  zu den Kurbeln versetzt, und die Gegenmassen 101 und 102 an der Split-Ausgleichswelle,  $180^\circ$  zueinander versetzt, ergeben den Ausgleich der freien Kräfte und der freien Kippmomente aus hin und her gehenden Triebwerks-Massen, wenn gemäß FIG. 27 innerhalb jeder Kurbel-Gruppe die jeweils paarweise zusammenwirkenden Gegenmassen
- 35 an der Kurbel-Gruppe und an der dazugehörigen Teil-Ausgleichswelle,

- das ist 91 und 101; oder 92 und 102, gleichgerichtet sind, und wenn die beiden Kolben der jeweiligen Kurbel-Gruppe von ihren oberen oder unteren Totpunkt-Lagen gleichweit, d.i. je  $45^{\circ}$  Kurbelwellen-Umdrehung, entfernt sind; während jedes zusammenwirkende Gegen-
- 5 massen-Paar, 91 und 101; oder 92 und 102, in einer gemeinsamen Ebene (die in FIG. 27 die Zeichnungs-Ebene ist) nebeneinander rotiert. Der dazugehörige Kurbelstern der Gesamt-Kurbelwelle hat die Kreuzform, FIG. 25, und die Kurbel-Reihenfolge ist: I- $90^{\circ}$ -II- $90^{\circ}$ -IV- $90^{\circ}$ -III- $90^{\circ}$ -... Die innerhalb jeder Kurbel-Gruppe mit  $90^{\circ}$
- 10 versetzten Kurbeln liefern auch noch einen weiteren Vorteil, nämlich eine Drehkraft-Kurve mit nur kleinen wechselnden Massen-Drehkräften, so daß nur die wechselnden Drehkräfte aus Gasdruck übrig bleiben. Außerdem können die Auspuff-Kanäle zweier benachbarter Zylinder, die zu einer Kurbel-Gruppe gehören, bereits am Zylinder-
- 15 kopf-Ausgang zusammengefasst, und die Auspuffgase ohne Leistungsverlust jeweils mit einem gemeinsamen Auspuffrohr abgeleitet werden. Dadurch entfallen die schweren gußeisernen Auspuff-Kollektoren, was Gewicht spart.

- Dieser 4-Zylinder Split-Motor ist besonders für die Verwendung
- 20 der einfacheren und kürzeren Ausführung der halbautomatischen Kupplung 50 nach FIG. 6 konstruiert. Seine Zündabstände sind etwas ungleichmäßig und betragen:  $270^{\circ}$ - $180^{\circ}$ - $90^{\circ}$ - $180^{\circ}$ -; und nach Trennung und wiederholter Zusammenkupplung der beiden Teil-Kurbelwellen mit einer vollen Relativ-Umdrehung:  $180^{\circ}$ - $270^{\circ}$ - $180^{\circ}$ - $90^{\circ}$ -;
- 25 was zündabstandsmäßig das gleiche ist\*. Zur Berechnung der Zündabstände und der zweierlei Zündfolge dient das Rechnungs-Schema nach FIG. 24. Die entstehenden Zündabstands-Unterschiede betragen: beim Leerlauf mit 600 U/Min. +/- 1/40 Sek., und bei Vollast mit 6000 U/Min. nur noch +/- 1/400 Sek., was bei diesen hohen Drehzah-
- 30 len untergeht und nicht wahrgenommen wird. - Weit bedeutender, wegen der hohen Drehzahlen, ist dagegen der Massen-Ausgleich, der bei diesem Motor sehr gut ist, und der einen geräuscharmen Lauf ergeben dürfte. Die etwas ungleichen Zündabstände können sogar

-----

\* Die gleichen Zünd-bzw. Arbeitsspiel-Abstände wurden seinerzeit von Dampfmaschinen und insbesondere von Dampflokomotiven übernommen, wo sie für ein gesichertes Anfahren unerlässlich waren.

von Vorteil sein, weil sie im drehelastischen Antriebssystem des Kraftfahrzeuges der Entstehung von Drehschwingungs-Resonanzen entgegenwirken.

Die 4-Zylinder Motoren-Ausführung mit kreuzförmigem Kurbel-Stern nach FIG. 25 wird auch für laufruhige Nicht-Split-Motoren bereitgestellt. Dafür werden die zwei Teil-Kurbelwellen 3 und 4, und die zwei Teil-Ausgleichswellen 93 und 94, in den in FIG. 25 gezeigten relativen Lagen und ohne der halbautomatischen Kupplung 50, permanent zu einer einteiligen Kurbelwelle und zu einer einteiligen Ausgleichswelle erster Ordnung zusammengefügt.

Diese 4-Zylinder Maschine kann auch wieder in größere Split-Motoren als laufruhige Teil-Brennkraftmaschine eingebracht werden, wie z.B. in die Split-Motoren  $4 + 4 = 8$  nach FIG. 19K;  $4 + 6 = 10$  nach FIG. 20N u.s.w., und das wieder mit Anwendung der halbautomatischen Kupplung 50 zwischen der Primär-Brennkraftmaschine und der Sekundär-Brennkraftmaschine nach den vorhergehenden Ausführungen in der Beschreibung.

Das gleiche Prinzip, der in jeder Kurbel-Gruppe mit  $90^\circ$  zueinander versetzten zwei Kurbeln und des Ausgleiches der freien Kräfte und der freien Kippmomente aus hin und her gehenden Triebwerks-

Massen mit Hilfe einer gegenläufigen Ausgleichswelle erster Ordnung, kann man auch für größere laufruhige Split-Motoren verwenden, die besonders für den Gebrauch der einfacheren und kürzeren Ausführung der halbautomatischen Kupplung 50 nach FIG. 6 geeignet sind.

Das zeigt für einen  $2 + 4 = 6$ -Zylinder Split-Motor die FIG. 26.

Diese 6-Zylinder Ausführung ist besonders preisgünstig, weil sie aus einer gegenwärtigen Produktions - 4 - Zylinder-Maschine als Sekundär-Brennkraftmaschine und einer hinzugefügten 2 - Zylinder Primär-Brennkraftmaschine zusammengestellt werden kann. Bei der 4 - Zylinder-Maschine wird die Kurbelwelle nach dem oben angeführten 2 - Zylinder  $90^\circ$  - Kurbelversetzungs-Prinzip in jeder Kurbel-Gruppe, die aber zwei zueinander mit  $120^\circ$  versetzte Kurbel-Gruppen umfasst, modifiziert. Die hinzugefügte 2 - Zylinder Primär-Brennkraftmaschine erhält eine Teil-Kurbelwelle mit einer solchen Kurbel-Gruppe (wie zuvor der  $2 + 2 = 4$ -Zylinder Split-Motor).

Nach der Zusammenkupplung der beiden Teil-Kurbelwellen 3 und 4 und Synchronisierung ihrer Kurbelstellungen, laufen die dann zusammen drei  $90^\circ$ -Kurbel-Versetzungs-Gruppen mit gegenseitigen Versatzwinkeln von  $120^\circ$  um. Ebenfalls mit gegenseitigen Versatzwinkeln von  $120^\circ$  laufen auch die Gegenmassen 101; 102 und 105 der Split-Ausgleichswellen 93 und 94 erster Ordnung um. Hierbei sind gemäß FIG. 27 innerhalb jeder Kurbel-Gruppe die jeweils paarweise zusammenwirkenden Gegenmassen an der Kurbel-Gruppe und an der dazugehörigen Teil-Ausgleichswelle, das ist: 91 und 101; oder 92 und 102; oder 104 und 105; gleichgerichtet, wenn die beiden Kolben der jeweiligen Kurbel-Gruppe von ihren oberen oder unteren Totpunktlagen gleichweit, d.i. je  $45^\circ$  Kurbelwellen-Umdrehung, entfernt sind; während jedes zusammenwirkende Gegenmassen-Paar: 91 und 101; oder 92 und 102; oder 104 und 105; in einer gemeinsamen Ebene, die in FIG. 27 die Zeichnungs-Ebene ist, nebeneinander rotiert. Den dazugehörigen Kurbelstern der Gesamt-Kurbelwelle zeigt FIG. 26, und die Kurbel-Reihenfolge ist: I -  $90^\circ$  - II -  $30^\circ$  - III -  $90^\circ$  - IV -  $30^\circ$  - V -  $90^\circ$  - VI -  $30^\circ$  - ... FIG. 26 zeigt auch die Zündabstände und die zweierlei Zündfolge. Auch bei diesem Split-Motor kann man ohne Verluste die Auspuffkanäle zweier benachbarter Zylinder, die zu einer Kurbel-Gruppe gehören, schon beim Zylinderkopf-Ausgang zusammenfassen, wodurch schwere gußeiserne Auspuff-Kollektoren entfallen.

Die bisher beschriebenen Gegenmassen: 91; 92; 101; 102; 104 und 105; - auch als "übrige Gegenmassen" bezeichnet -, gleichen zwar die freien Kräfte erster und zweiter Ordnung, die freien Kipp-Momente zweiter Ordnung und zum großen Teil auch die freien Kipp-Momente erster Ordnung aus hin und her gehenden Triebwerks-Massen des Gesamtmotors aus. - Sie reichen aber nicht aus, um die Kipp-Momente erster Ordnung des Teil-Motors und des Gesamt-Motors gänzlich auszugleichen, weil diese Gegenmassen in Ebenen rotieren, die jeweils zwischen zwei Kurbeln und somit neben den Kurbeln einer Kurbel-Gruppe liegen, was Rest-Kippmomente ergibt. Um auch diese Rest-Kippmomente erster Ordnung auszugleichen, werden zusätzliche Gegenmassen: 110; 112; 114 und 116; an den vorderen und hinteren Enden der Teil-Kurbelwellen 3 und 4, FIG. 25; FIG. 26 und FIG. 27, und zusätzliche Gegenmassen:

111; 113; 115 und 117; an den vorderen und hinteren Enden der Teil-Ausgleichswellen 93 und 94, FIG. 25; FIG. 26 und FIG. 27 angebracht. Jede Teil-Kurbelwelle und jede Teil-Ausgleichswelle erhält zwei zusätzliche Gegenmassen, die zueinander  $180^{\circ}$  versetzt sind; und die außerdem an jeder Teil-Kurbelwelle und an der mit ihr zusammenwirkenden Teil-Ausgleichswelle so gerichtet sind, daß wenn die zusätzlichen Gegenmassen an den vorderen Enden der Teil-Kurbelwelle und der Teil-Ausgleichswelle parallel nach unten weisen, die zusätzlichen Gegenmassen an den hinteren Enden derselben Teil-Kurbelwelle und derselben Teil-Ausgleichswelle parallel nach oben weisen.

Die Versatzwinkel der zusätzlichen Gegenmassen zu den übrigen Gegenmassen an den Teil-Kurbelwellen und an den Teil-Ausgleichswellen und die Massen-Größen der zusätzlichen Gegenmassen werden unter Berücksichtigung einer Ausgleichswelle erster Ordnung für jede Teil-Brennkraftmaschine gesondert berechnet.

Das ergibt die folgenden Werte:

- (a) für die Primär-Brennkraftmaschine 1 und für die Sekundär-Brennkraftmaschine mit jeweils nur einer Kurbel-Gruppe an der Kurbel-Welle, nach FIG. 25; FIG. 26 und FIG. 27, Versatzwinkel der zusätzlichen Gegenmassen zu den übrigen Gegenmassen von jeweils  $90^{\circ}$ , bei gleichzeitigen Versatzwinkeln der zusätzlichen Gegenmassen zu den benachbarten Kurbeln der Kurbel-Welle von jeweils  $135^{\circ}$ , wobei die zusätzlichen Gegenmassen ein Gegen-Kippmoment erster Ordnung von  $0,3535 m_h \cdot r \cdot \omega^2 \cdot a$ ; an jeder Teil-Kurbelwelle und an jeder Teil-Ausgleichswelle erzeugen;
- (b) für die Sekundär-Brennkraftmaschine 2 mit zwei um  $120^{\circ}$  versetzten Kurbel-Gruppen an der Kurbel-Welle, FIG. 26, Versatzwinkel der zusätzlichen Gegenmassen zu den übrigen Gegenmassen von jeweils  $30^{\circ}$ , bei gleichzeitigen Versatzwinkeln der zusätzlichen Gegenmassen zu den benachbarten Kurbeln der Kurbel-Welle von jeweils  $165^{\circ}$ , wobei die zusätzlichen Gegenmassen ein Gegen-Kippmoment erster Ordnung von  $0,3535 m_h \cdot r \cdot \omega^2 \cdot a$ ; an der Teil-Kurbelwelle und an der Teil-Ausgleichswelle erzeugen;



- (c) für den 4-Zylinder Motor nach Anspruch 9, mit zwei um  $180^\circ$  versetzten Kurbel-Gruppen an der Kurbel-Welle, Versatzwinkel der zusätzlichen Gegenmassen zu den übrigen Gegenmassen von jeweils  $90^\circ$ , bei gleichzeitigen Versatzwinkeln der zusätzlichen Gegenmassen zu den benachbarten Kurbeln der Kurbel-Welle von jeweils  $135^\circ$ , wobei die zusätzlichen Gegenmassen ein Gegen-Kippmoment erster Ordnung von  $0,707 m_h \cdot r \cdot \omega^2 \cdot a$ ; an der Kurbelwelle und an der Ausgleichswelle erzeugen.
- 5
- 10 Für die angeführten Versatzwinkel der zusätzlichen Gegenmassen zu den übrigen Gegenmassen werden Versatzwinkel-Bereiche von  $\pm 30^\circ$ , und für die Massen-Größen der zusätzlichen Gegenmassen bzw. für die angeführten Größen der erzeugten Gegen-Kippmomente erster Ordnung werden Gegen-Kippmoment-Größenbereiche von
- 15  $\pm 1,0 m_h \cdot r \cdot \omega^2 \cdot a$ ; beansprucht, weil auch die angrenzenden Bereiche der angeführten Versatzwinkel und Gegenmassen-Größen schon vorteilhafte Ergebnisse im Sinne der Erfindung liefern. Außerdem wird eine erfindungsgemäße doppelte Ausgleichs-Funktion der Teil-Ausgleichswellen, jede für sich und beide Teil-Ausgleichs-
- 20 wellen zusammen, beansprucht. Die doppelte Ausgleichs-Funktion betrifft den Ausgleich der freien Kippmomente, was durch die zusätzlichen Gegenmassen-Paare an den Enden der Teil-Ausgleichswellen, und den Ausgleich der freien Kräfte, was durch die übrigen Gegenmassen im mittleren Bereich der Teil-Ausgleichswellen erfolgt.
- 25 Die doppelte Ausgleichs-Funktion wird dadurch ermöglicht, daß die zusätzlichen Gegenmassen und die übrigen Gegenmassen in Längsrichtung der Teil-Ausgleichswellen und drehwinkelig zueinander versetzt sind.
- Was den Ausgleich der freien Kipp-Momente im allgemeinen betrifft,
- 30 bleiben bei nur arbeitender Primär-Brennkraftmaschine unausgeglichen:
- o Nickmomente erster Ordnung um die Kurbelwellen-Drehachse, hervorgerufen durch die exzentrische Lage der Teil-Ausgleichswelle;
  - o Kippmomente zweiter Ordnung um die Motor-Querachse.
- 35 Beide Kippmoment-Arten sind weniger bedeutend und sie erzeugen auch nur kleine Schwingungen des Motorblocks, weil:
- o die Masse der hin und her gehenden Triebwerksteile der

Primär-Brennkraftmaschine im Verhältnis zur Masse des Gesamt-Motors klein ist, und

- o die Primär-Brennkraftmaschine als Einzel-Maschine arbeitend, überwiegend nur mit mäßigen Drehzahlen läuft; z.B. in einer
- 5 sich langsam fortbewegenden Autobahn-Auto-Schlange. -
- Demgegenüber läuft der erfindungsgemäße Split-Motor mit hohen Drehzahlen meistens nur als Gesamtmotor; und dann sind die freien Kräfte und die freien Kippmomente erster und zweiter Ordnung ausgeglichen.

- Auf der Basis des erfindungsgemäßen Split-Motor-Prinzips kann eine
- 10 ganze Motoren-Familie gebildet werden, die aus Reihen-Motoren nach FIG. 17E und FIG. 17F; FIG. 18H; FIG. 19K; FIG. 20N u.s.w., aus V-Motoren nach FIG. 17G; FIG. 18J; FIG. 19L und FIG. 19M; FIG. 20P; FIG. 21 u.s.w., und aus noch anderen Motorenformen besteht. Dabei umfasst die Primär-Brennkraftmaschine bei kleinen Einheiten einen
- 15 einzigen Zylinder, FIG. 17E; bei mittleren Einheiten zwei Zylinder, FIG. 17F; FIG. 17G; FIG. 18H; FIG. 18J und FIG. 19M, und bei größeren Einheiten zwei und mehr Zylinder. Die Zwei-Zylinder-Ausführung dürfte bei Straßenfahrzeugen, insbesondere in warmen Ländern, Vorteile bieten, weil die Primär-Brennkraftmaschine fast
- 20 alle Fahrzeug-Hilfsgeräte 46 antreibt, was mit Klima-Kompressor 10KW. und mehr ausmachen kann. In der Split-Motoren-Familie werden einzelne Ausführungs-Formen bei kleinen Einheiten durch spliten herkömmlicher Motoren, und größere Einheiten durch zusammensetzen von herkömmlichen Motoren gebildet, und das mit und ohne Verände-
- 25 rung der ursprünglichen Zündfolge und der Zündabstände, und mit und ohne Hinzufügung von Ausgleichswellen. Die kleinste Einheit eines Split-Motors umfasst zwei Zylinder, davon je ein Zylinder in jeder Teil-Brennkraftmaschine, - während bei großen Split-Motor-Einheiten die Zylinderzahl unbegrenzt ist. So ist die in FIG. 21 ge-
- 30 zeigte Einheit  $6V + 6V = 12V$  nicht die größte Ausführungs-Form, sondern es können z.B. auch noch Split-Motoren  $6V + 12V = 18V$  u.s.w., z.B. für Lokomotiv-Antriebe, Schiffs-Antriebe und andere Antriebe, und auch noch größere Einheiten zusammengesetzt werden. Auch können split-motor-spezifische Kombinationen neu geschaffen werden,
- 35 z.B. nach FIG. 20N oder FIG. 20P.

- Bei V-Split-Motoren, bei denen zwei in V-Form angeordnete Zylinder-Bänke eine gemeinsame Kurbelwelle antreiben, beträgt der V-Winkel zwischen den Zylinder-Bänken  $90^{\circ}$ . Auch für diese Split-Motoren kann man die einfachere und kürzere Ausführungsform der
- 5 halbautomatischen Kupplung 50 nach FIG. 6 verwenden; und auch für diese Split-Motoren wird, insbesondere für die Primär-Brennkraftmaschine, eine grundsätzliche kleine Triebwerks-Einheit gebildet, die aus einem V-Zylinder-Paar besteht, das jeweils zwei sich gegenüberliegende Zylinder in einer und der anderen Zylinder-Bank umfasst.
- 10 Die beiden Pleuel des V-Zylinder-Paares haben eine gemeinsame Kurbelwellen-Kurbel und einen gemeinsamen Kurbel-Hub-Zapfen, auf dem sie gelagert sind. Die freien Kräfte und freien Kippmomente erster Ordnung aus hin und her gehenden Triebwerks-Massen des V-Zylinder-Paares werden durch umlaufende Kurbelwellen-Gegenmassen
- 15 innerhalb des V-Zylinder-Paares ausgeglichen, weshalb eine Ausgleichswelle erster Ordnung bei V-Split-Motoren nicht erforderlich ist.

- Der kleinste V-Split-Motor ist ein  $2V + 2V = 4V$ -Zylinder Split-Motor nach FIG. 17G, bei dem die Primär-Brennkraftmaschine und die
- 20 Sekundär-Brennkraftmaschine je ein V-Zylinder-Paar umfasst. Bei dieser Maschine sind die Kurbelwellen-Kurbeln der beiden V-Zylinder-Paare, nach der Zusammenkupplung und Synchronisierung der beiden Teil-Kurbelwellen, zueinander  $90^{\circ}$  versetzt, mit welchem relativen und ständigen Versatzwinkel die zwei Kurbeln in der Gesamt-Kurbel-
- 25 welle umlaufen.

- Ein größerer V-Split-Motor ist ein  $2V + 4V = 6V$ -Zylinder Split-Motor nach FIG. 18J, bei dem die Primär-Brennkraftmaschine ein V-Zylinder-Paar, und die Sekundär-Brennkraftmaschine zwei V-Zylinder-Paare umfasst. Die Kurbelwellen-Kurbeln der drei V-Zylinder-
- 30 Paare sind nach der Zusammenkupplung und Synchronisierung der beiden Teil-Kurbelwellen zueinander  $120^{\circ}$  versetzt, mit welchen relativen und ständigen Versatzwinkeln die drei Kurbeln in der Gesamt-Kurbelwelle umlaufen.

- Die beiden oben beschriebenen V-Split-Motoren weisen aber unausge-
- 35 glichene Kippmomente zweiter Ordnung in der horizontalen Ebene auf, wofür weiche Motoren-Lagerungen vorteilhaft sein dürften.

- In dieser Hinsicht sind die Reihen-Split-Motoren gleicher Zylinderzahl mit Split-Ausgleichswellen erster Ordnung im Vorteil, weil sie sowohl die Kippmomente erster als auch zweiter Ordnung ausgleichen.
- 5 Erst die 8-Zylinder V-Split-Motoren,  $2V + 6V = 8V$  nach FIG. 19M und  $4V + 4V = 8V$  nach FIG. 19L, sind beim Gesamtmotor-Betrieb hinsichtlich der freien Kräfte und der freien Kippmomente aus hin und her gehenden Triebwerks-Massen erster und zweiter Ordnung ausgeglichen, indem die vier Kurbeln der Gesamt-Kurbelwelle, nach
- 10 Zusammenkupplung und Synchronisierung der beiden Teil-Kurbelwellen, einen kreuzförmigen Kurbelstern bilden. Dabei sind die einzelnen Kurbeln zueinander  $90^\circ$  versetzt, und die erste Kurbel zur vierten Kurbel, als auch die zweite Kurbel zur dritten Kurbel jeweils  $180^\circ$  versetzt. Bei der Primär-Brennkraftmaschine des
- 15  $4V + 4V = 8V$ -Zylinder Split-Motors sind die zwei Kurbeln  $90^\circ$  zueinander versetzt. Das ergibt, wie auch bei der Primär-Brennkraftmaschine des  $2V + 6V = 8V$ -Zylinder Split-Motors - und bei nur arbeitender Primär-Brennkraftmaschine - unausgeglichene freie Kräfte bzw. freie Kippmomente zweiter Ordnung. Aber, da bei nur arbeitender
- 20 Primär-Brennkraftmaschine die Drehzahlen meistens klein, und auch die hin und her gehenden Massen der Primär-Brennkraftmaschine relativ zur Masse des Gesamt-Motors klein sind, wirken sich die unausgebalancierten Kräfte und Kippmomente zweiter Ordnung nicht besonders aus.
- 25 Für den V-Winkel von  $90^\circ$  zwischen den Zylinder-Bänken wird ein V-Winkel-Bereich von  $\pm 90^\circ$ , das ist von  $0^\circ$  V-Winkel bis  $180^\circ$  V-Winkel mitbeansprucht, weil auch diese V-Winkel vorteilhafte Ergebnisse im Sinne der Erfindung liefern. Das gleiche gilt für die Versatz-Winkel zwischen den Kurbelwellen-Kurbeln, für die ebenfalls
- 30 Versatzwinkel-Bereiche von  $\pm 90^\circ$  mitbeansprucht werden; und auch für die gemeinsamen Kurbel-Hub-Zapfen eines V-Zylinder-Paares. Der gemeinsame Kurbel-Hub-Zapfen eines V-Zylinder-Paares wird geteilt ausgeführt, und die dann zwei Hub-Zapfen auf zwei getrennten Kurbelwellen-Kurbeln angeordnet. Auch für diese getrennten Hub-
- 35 Zapfen und Kurbeln wird ein Versatzwinkel-Bereich von  $\pm 90^\circ$ ,

das ist von  $+90^\circ$  bis  $-90^\circ$  mitbeansprucht.

Schließlich sei angeführt, daß die freien Kräfte und die freien Kipp-Momente aus umlaufenden Triebwerks-Massen der V-Split-Motoren, durch weitere umlaufende Gegenmassen an den Teil-Kurbel-  
5 wellen ausgeglichen werden.

In das Kraftfahrzeug kann der erfindungsgemäße Split-Motor in Längsrichtung, FIG. 15, mit z.B. Hinterradantrieb, oder in Querrichtung, FIG. 16, mit z.B. Vorderradantrieb, eingebaut werden. Beim Längs-  
einbau liegt die Fahrkupplung 8 und das Getriebe bzw. das automa-  
10 tische Getriebe, wie herkömmlich, hinter dem Split-Motor. Beim Quereinbau liegt das Getriebe bzw. das automatische Getriebe, je nach Länge des Split-Motors und Breite des Kraftfahrzeuges, entweder neben, oder hinter dem Split-Motor.

Die Teil-Nockenwellen, die Zylinder-Ansaugkanäle und die Zylinder-  
15 Brennräume der Primär- und der Sekundär-Brennkraftmaschine sind unterschiedlich konstruiert. Hierbei ist die Teil-Nockenwelle 9 oder sind die Teil-Nockenwellen der Primär-Brennkraftmaschine 1 für eine mittlere Fahrgeschwindigkeit und für eine niedrige Leerlaufdrehzahl ausgelegt, und haben z.B. kleine Steuerzeiten-Überschneidungen;  
20 und ist die Teil-Nockenwelle 10 oder sind die Teil-Nockenwellen der Sekundär-Brennkraftmaschine 2 für eine hohe Fahrgeschwindigkeit optimiert, und weisen z.B. große Steuerzeiten-Überschneidungen auf. Durch diese unterschiedliche Gestaltung der Teil-Nockenwellen erhält der Split-Motor mit einfachen Mitteln die Eigenschaften  
25 einer Brennkraftmaschine mit veränderlichen Steuerzeiten, ohne den dafür sonst erforderlichen komplizierten und teuren Verstell-Mechanismus zu benötigen. Sodann sind die Zylinder-Ansaugkanäle der Primär-Brennkraftmaschine als Drall-Kanäle ausgeführt, die schon bei kleiner Maschinen-Drehzahl im Brennraum einen erhöhten Drall  
30 und Turbulenz erzeugen, wodurch die Verbrennung magerer Luft-Kraftstoff-Gemische begünstigt wird; - während die Zylinder-Ansaugkanäle der Sekundär-Brennkraftmaschine, zur Begünstigung einer hohen Leistung bei hohen Drehzahlen, Nicht-Drall-Kanäle sind. Ferner weisen die Brennräume und die Kolben der Primär-Brenn-  
35 kraftmaschine bevorzugt Quetschbereiche auf, die schon bei kleinen Maschinen-Drehzahlen eine erhöhte Turbulenz erzeugen; - während

die Brennräume der Sekundär-Brennkraftmaschine bevorzugt ohne Quertschbereichen ausgeführt sind.

Auch sind für die Teil-Brennkraftmaschinen des Split-Motors unterschiedliche Zahlen von Ladungswechsel-Ventilen je Brennkraftmaschinen-Zylinder vorgesehen. So erhält z.B. die Primär-Brennkraftmaschine je Zylinder zwei Ventile, während die Sekundär-Brennkraftmaschine z.B. je Zylinder mit drei oder vier Ventilen ausgerüstet wird. Dadurch wird insbesondere der höheren Leistung bei hoher Drehzahl der Sekundär-Brennkraftmaschine Rechnung getragen.  
10 Aber auch die Primär-Brennkraftmaschine kann je Zylinder mit mehr als zwei Ventilen bestückt sein.

Schließlich erhalten die beiden Teil-Brennkraftmaschinen unterschiedliche Zündverstell-Kurven, die bei der Sekundär-Brennkraftmaschine größere Vorzündungswinkel als bei der Primär-Brennkraftmaschine  
15 ergeben.

Die Rollenketten-Triebe 11 und 12, der Primär- und der Sekundär-Brennkraftmaschine FIG. 1; FIG. 2; FIG. 6 und FIG. 14, sind im Teilungsbereich der beiden Teil-Brennkraftmaschinen 1 und 2, und insbesondere auf beiden Seiten und nahe an der halbautomatischen  
20 Kupplung 50 angeordnet. Die Kettentriebe erhalten in den Zylinder-Köpfen der Teil-Brennkraftmaschinen Untersetzungs-Getriebe, die aus Zahnrädern oder aus weiteren Rollenketten-Trieben bestehen, die die Teil-Nockenwellen 9 und 10 antreiben. Die Rollenketten-Triebe 11 und 12 können die Teil-Nockenwellen 9 und 10 aber auch direkt  
25 und ohne Untersetzungs-Getriebe antreiben, was größere Kettenritzel auf den Teil-Nockenwellen ergibt.

Bei den Rollenketten-Trieben 11 und 12 umschlingen jeweils die geschlossenen Kettenschleifen mit ihren Außenseiten die antreibenden Kurbelwellen-Ritzel, und die Zähne der Kurbelwellen-Ritzel greifen  
30 in die Außenseiten der Kettenschleifen ein; - während die geschlossenen Kettenschleifen mit ihren Innenseiten die Ritzel der angetriebenen Motoren-Hilfswellen umschlingen, und die Zähne der Ritzel der angetriebenen Motoren-Hilfswellen in die Innenseiten der Kettenschleifen eingreifen. Auf diese Weise kann jeder Rollenketten-

Trieb, der nur in einer Ebene liegt, gleichzeitig die über der Kurbelwelle liegende Teil-Nockenwelle 9; 10, oder die Teil-Nockenwellen, die unter der Kurbelwelle liegende Ölpumpe 13; 14 und auch noch die neben der Kurbelwelle liegende, und zur Kurbel-  
5 welle gegenläufige, Teil-Ausgleichswelle 93; 94, FIG. 2, antreiben. Die Kettenritzel der Ölpumpen 13; 14, sind in Ketten-Mulden 97 placiert, deren Oberkannten bis über das Ölniveau in der Motor-Ölwanne reichen. Die Ketten-Mulden hindern die Rollenketten daran, Luftblasen in das Ölbad hineinzuziehen; damit die Luftblasen nicht  
10 durch das Öl-Ansaugsieb in die Drucköl-Systeme der Brennkraftmaschinen gelangen.

Die Kraftfahrzeug-Hilfsgeräte 46, wie Lichtmaschine, Lenkhilfepumpe, Klimakompressor u.s.w. werden von der Primär-Brennkraftmaschine 1 über eine besondere Motor-Querwelle 23 angetrieben, die mit Hilfe  
15 eines Schraubenräder-Paares 24 mit der Teil-Kurbelwelle 3 verbunden ist. Die Motor-Querwelle tritt beiderseitig aus den Motorblock-Seitenwänden aus, ist in den Block-Seitenwänden gelagert, steht aus den Lagerstellen nur kurz heraus, und ist mittels Wellen-Biegekupplungen oder Kreuzgelenken 41 und Verlängerungs-Wellen-  
20 stücken 42 nach außen bis zu den Karosserie-Wänden verlängert, wo Treibriemen-Scheiben 21; 43, direkt an der Motor-Querwelle oder an den Verlängerungs-Wellenstücken 42, FIG. 2; FIG. 15 und FIG. 16, für den Antrieb der Hilfsgeräte angeordnet sind. Die Verlängerungs-Wellenstücke sind in Stützlager 44, die in Elastomer-  
25 Polstern eingebettet sind, abgestützt, damit sie für die Motorblock-Bewegungen nachgiebig sind. Die Polster-Fassungen sind außerdem zweiteilig ausgeführt, um das Einlegen der Treibriemen zu den Hilfsgeräten zu erleichtern. Bei Längseinbau des Split-Motors in das Fahrzeug, FIG. 15, sind die Stützlager mit Hilfe von Beschlägen 45  
30 entweder am Vorderachs-Querträger oder an den Karosserie-Seitenwänden befestigt. Bei Quereinbau des Split-Motors in das Fahrzeug, FIG. 16, sind die Stützlager an den Karosserie-Querwänden oder an Auslegern des Motor-Blockes befestigt.

Die Hilfsgeräte 46 des Kraftfahrzeuges sind in beiden Einbaufällen des Split-Motors karosseriefest montiert, was einfache Zuleitungen (Kabel und Schläuche) zu den Hilfsgeräten möglich macht, und Gewichtersparnisse durch Wegfall der bisher üblichen und schweren  
5 Geräte-Befestigungen am schwingenden Motorblock ergibt.. Beim Split-Motor-Längseinbau, FIG. 15, sind die Hilfsgeräte an den Fahrzeug-Seitenwänden, und beim Split-Motor-Quereinbau, FIG. 16, überwiegend an der hinteren Fahrzeug-Querwand befestigt.

Das Kühlsystem des Split-Motors FIG. 28 ist auch ein Split-Kühlsystem, und sieht für die Primär-Brennkraftmaschine 1 und die  
10 Sekundär-Brennkraftmaschine 2 separate Kühlwasser-Mäntel 89 und 90 für die Maschinen-Zylinder, separate Wasserpumpen 21 und 22, und separate 2-Ventil-Thermostaten 80 und 83 vor. Mit diesen Geräten ist das Kühlsystem so geschaltet, daß nach dem Start der Primär-  
15 Brennkraftmaschine sich zuerst diese Maschine mit dem Kühlwasser-Mantel 89 über eine auf herkömmliche Weise thermostatisch 80 geregelte Bypass-Leitung 81 schnell anwärmt. Danach wird der Warmwasser-Strom der Primär-Brennkraftmaschine 1 in den Kühlwasser-Mantel 90 der nicht arbeitenden Sekundär-Brennkraftmaschine 2 und  
20 in die Fahrzeug-Innenheizung 82 geleitet, um auch die Sekundär-Brennkraftmaschine schnell anzuwärmen. Dieser zweite Anwärm-Vorgang wird durch den Thermostaten 83 geregelt, der die Durchströmung des Kühlwasser-Mantels 90 von oben nach unten, Pfeil "a" in FIG. 28, bewirkt und unterbricht, sobald die nicht arbeitende  
25 Sekundär-Brennkraftmaschine 2 betriebswarm ist. An der Saugleitung der Wasserpumpe 22 der Sekundär-Brennkraftmaschine 2 ist ein elektromagnetisch betätigtes Rückfluß-Verhinderungs-Ventil 84 angeordnet, das nach dem Unterbrechen des Wasserstromes durch den Thermostaten 83 eine Überhitzung der Primär-Brennkraftmaschine,  
30 und auch der Sekundär-Brennkraftmaschine, auf dem Rückflußweg über die stehende Wasserpumpe 22 der Sekundär-Brennkraftmaschine verhindert. Der oben beschriebene Anwärm- und Warmhalte-Vorgang wird so lange aufrecht erhalten, wie die Sekundär-Brennkraftmaschine nicht arbeitet, damit sie jederzeit betriebswarm und einsatzbereit ist.



- Wenn der Thermostat 83 die Durchströmung des Kühlwasser-Mantels 90 unterbricht, gibt er gleichzeitig mit seinem zweiten Ventil den Kühlwasser-Weg über den Fahrzeug-Kühler 85 frei.
- Das elektromagnetisch betätigte Rückfluß-Verhinderungs-Ventil 84 ist
- 5 mit der Zündstrom-Versorgung 32 der Sekundär-Brennkraftmaschine 2 verbunden, wodurch die Kühlwasser-Saugleitung geöffnet wird, sobald die Sekundär-Brennkraftmaschine anspringt. Danach durchströmt das Kühlwasser den Kühlwasser-Mantel 90 der Sekundär-Brennkraftmaschine von unten nach oben, Pfeil "b" in FIG. 28.
- 10 Darüberhinaus bildet die Saugleitung der Wasserpumpe 22 zusammen mit dem 2-Ventil-Thermostat 83 eine eigene Anwärm-Bypass-Leitung für die Sekundär-Brennkraftmaschine 2, die automatisch in Funktion tritt, wenn die noch nicht warme Sekundär-Brennkraftmaschine gestartet wird (beim s.g. "Kavalierstart").
- 15 Das Gehäuse für den Thermostat 83 ist an der unteren Seitenwand des Kühlwasser-Mantels 90 der Sekundär-Brennkraftmaschine 2 angebracht, und das thermisch reagierende (z.B. Wachs-) Thermostat-Element ragt in das Innere des Kühlwasser-Mantels hinein.
- Der erfindungsgemäße Split-Motor ist für Hubkolben-Brennkraftmaschinen geeignet, die nach dem Otto-Verfahren oder nach dem Diesel-
- 20 Verfahren arbeiten. Dabei wird er als Viertakt-Brennkraftmaschine und als Zweitakt-Brennkraftmaschine bereitgestellt. Für Zweitakt-Hubkolben-Brennkraftmaschinen finden die gleichen Kombinationen von Primär- und Sekundär-Brennkraftmaschinen, FIG. 17E bis FIG. 21,
- 25 und auch die gleichen geteilten Kurbelwellen und Split-Ausgleichswellen, FIG. 25; FIG. 26 und FIG. 27, wie bei Viertakt-Hubkolben-Brennkraftmaschinen Anwendung, wodurch auch der Ausgleich der freien Kräfte und der freien Kippmomente gänzlich dem Ausgleich der Viertakt-Hubkolben-Brennkraftmaschine entspricht.
- 30 Für Zweitakt-Brennkraftmaschinen wird nur die einfachere halbautomatische Kupplung 50 nach FIG. 6 verwendet, die nach jeder Relativumdrehung der beiden Teil-Kurbelwellen 3 und 4, die Teil-Kurbelwellen zusammenkuppelt und ihre relativen Kurbelstellungen synchronisiert.

Der erfindungsgemäße Split-Motor kann aber auch als Wankel-Kreiskolben-Brennkraftmaschine Anwendung finden, wobei die Primär-Brennkraftmaschine und die Sekundär-Brennkraftmaschine mindestens je einen Kreiskolben mit Gehäuse-Einheit umfassen.

- 5 Schließlich kann der Split-Motor auch in Mix-Bauweise hergestellt werden, d.h. aus einer Otto-Teil-Brennkraftmaschine und einer Diesel-Teil-Brennkraftmaschine bestehen, oder aus einer Hubkolben-Teil-Brennkraftmaschine und einer Kreiskolben-Teil-Brennkraftmaschine zusammengebaut sein.
  - 10 Der erfindungsgemäße Split-Motor kann mit allen bekannten Motorenbau-Varianten, wie z.B. 4-Ventilern, Turbo-Aufladung, Einspritzanlagen u.s.w., als auch mit allen bekannten Emissionsschutz-Systemen einschließlich der Katalysatoren kombiniert werden. Bei diesen Kombinationen wird durch das Split-Motor-Verfahren die
  - 15 ausgestoßene Abgasmenge und damit die Menge der von den bekannten Schutz-Systemen noch übrig gebliebenen schädlichen Emissionen auf Straßenkreuzungen in der Stadt und bei Autobahn-Schlängenfahrten noch einmal auf etwa die Hälfte reduziert. Das ergibt eine multiplikative Verminderung der schädlichen Emissionen und
  - 20 spart zusätzlich Kraftstoff.
- So kann der Split-Motor einen wesentlichen Beitrag zur Reinhaltung der Luft in den Städten, zur Bekämpfung des Waldsterbens und zur Senkung des Kraftstoff-Verbrauches liefern.

---

Hierzu 11 Blatt Zeichnungen

---

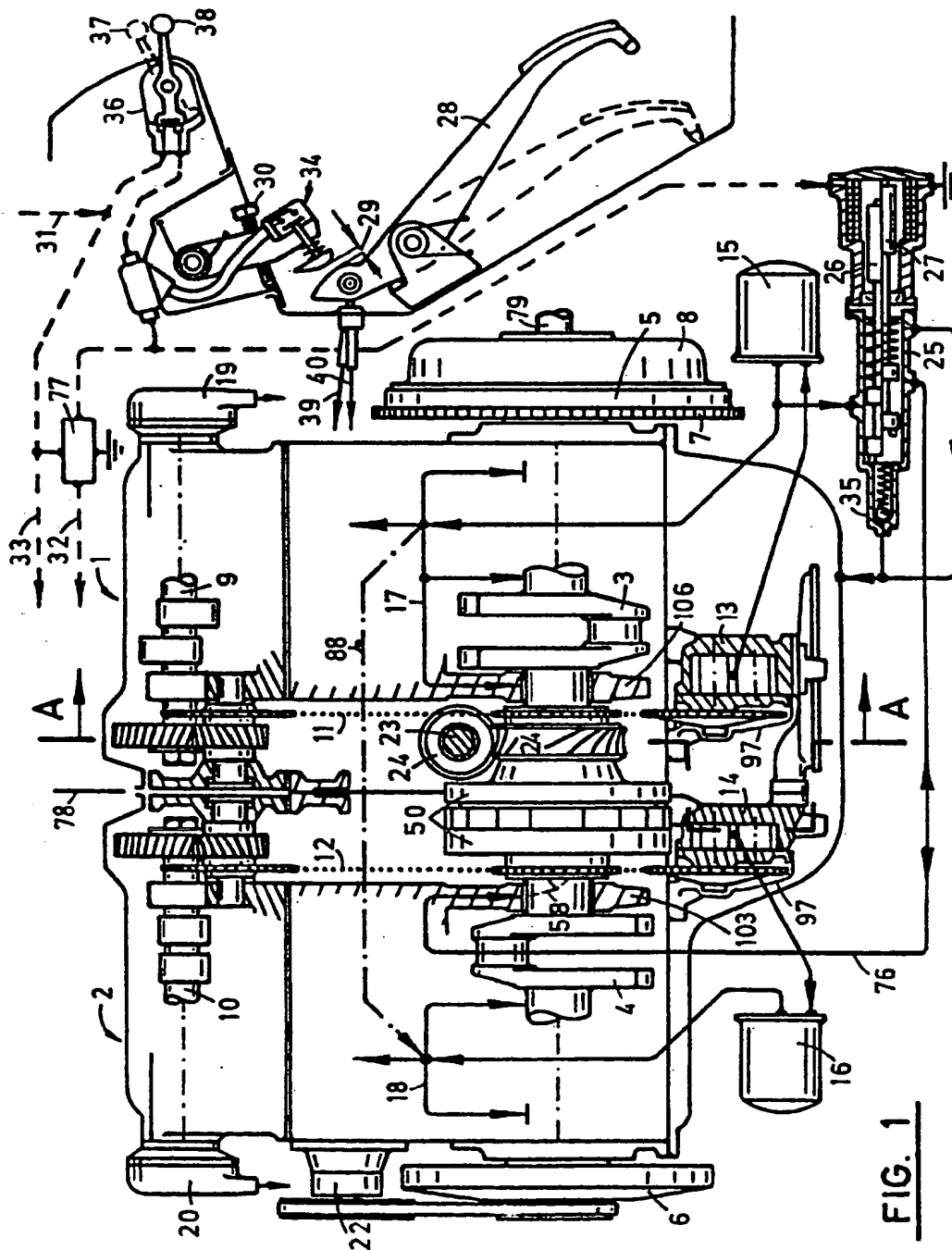
- 64 -  
- Leerseite -

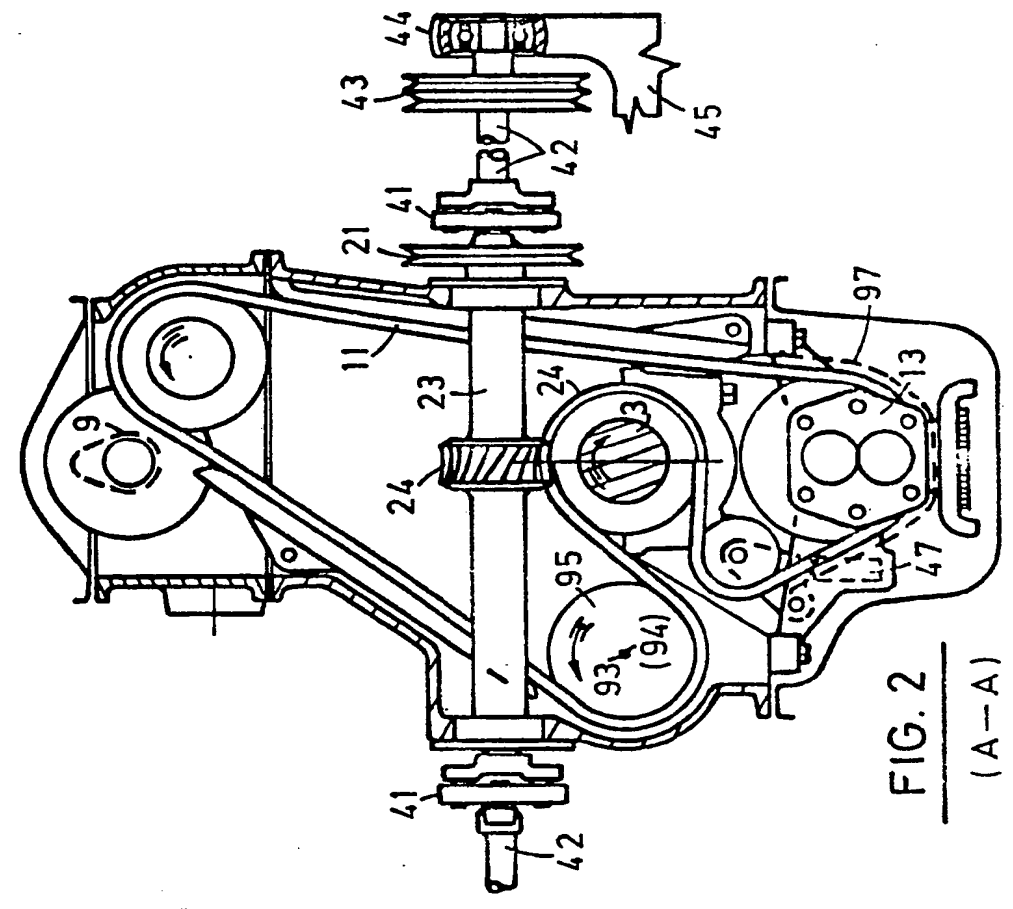
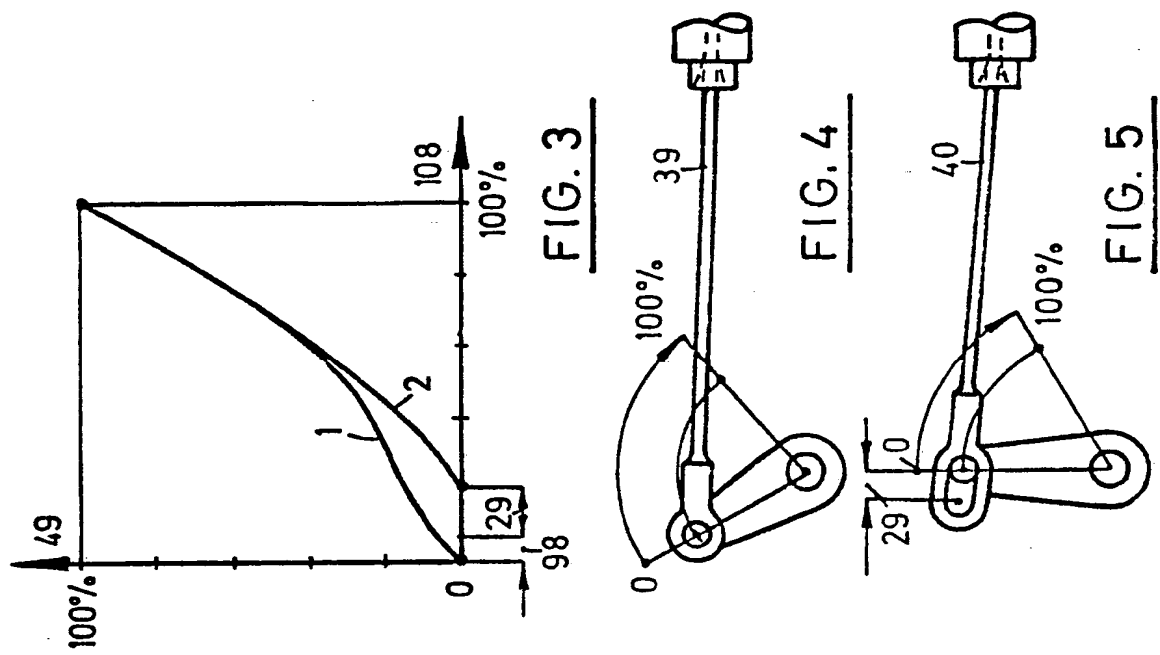
- 75 -

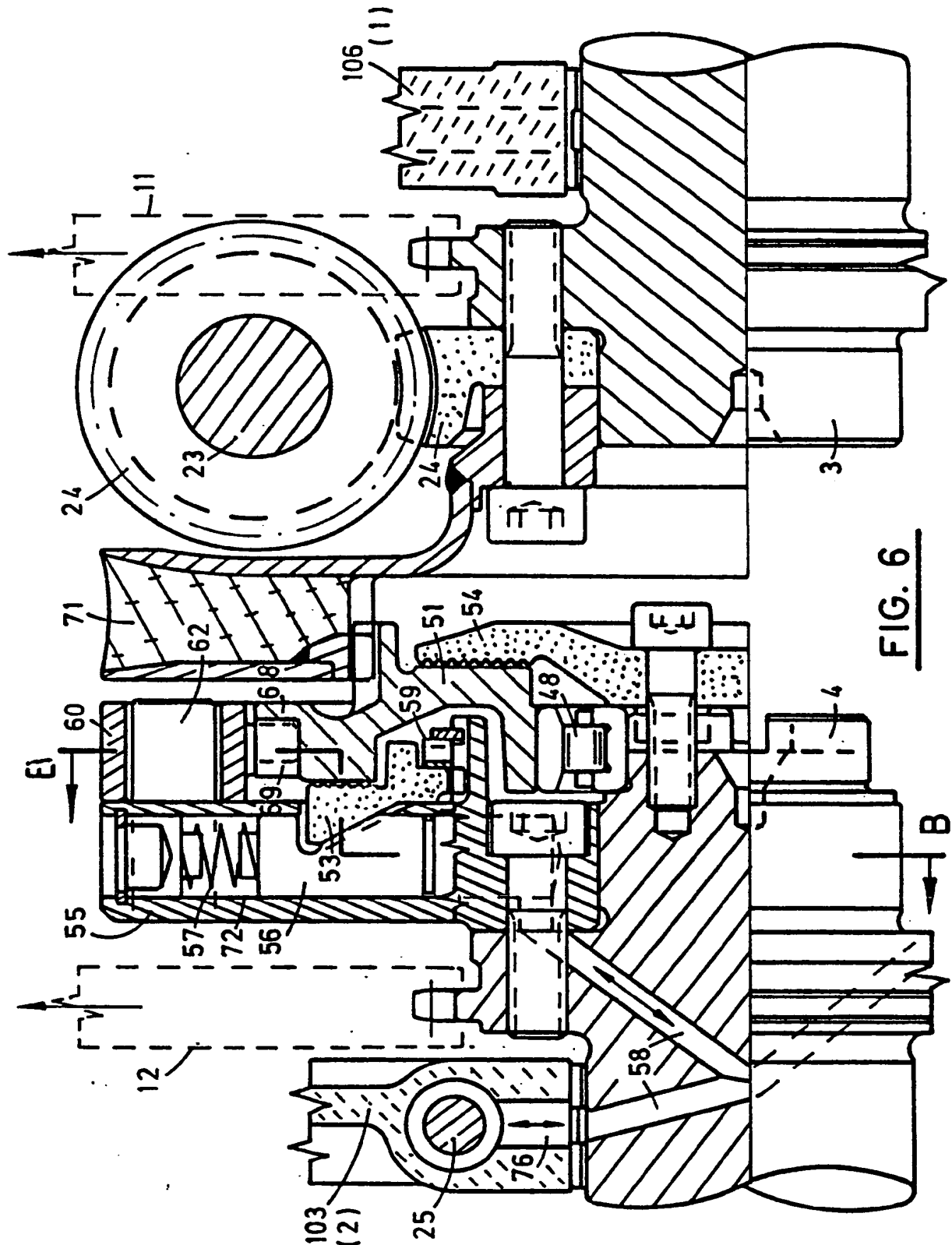
|                  |               |
|------------------|---------------|
| Nummer:          | 35 22 988     |
| Int. Cl.4:       | F 02 B 73/00  |
| Anmeld tag:      | 27. Juni 1985 |
| Offenlegungstag: | 26. Juni 1986 |

Herbert Kaniut  
Dr. Claudius Kaniut  
Ortnerweg 33, 5000 Köln 71

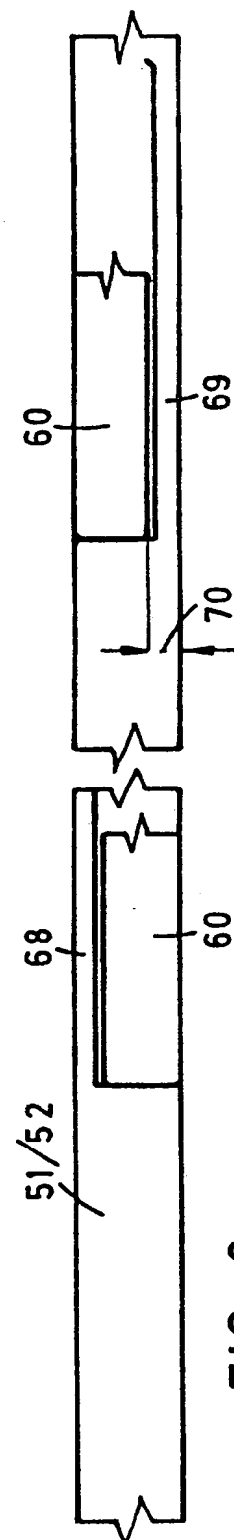
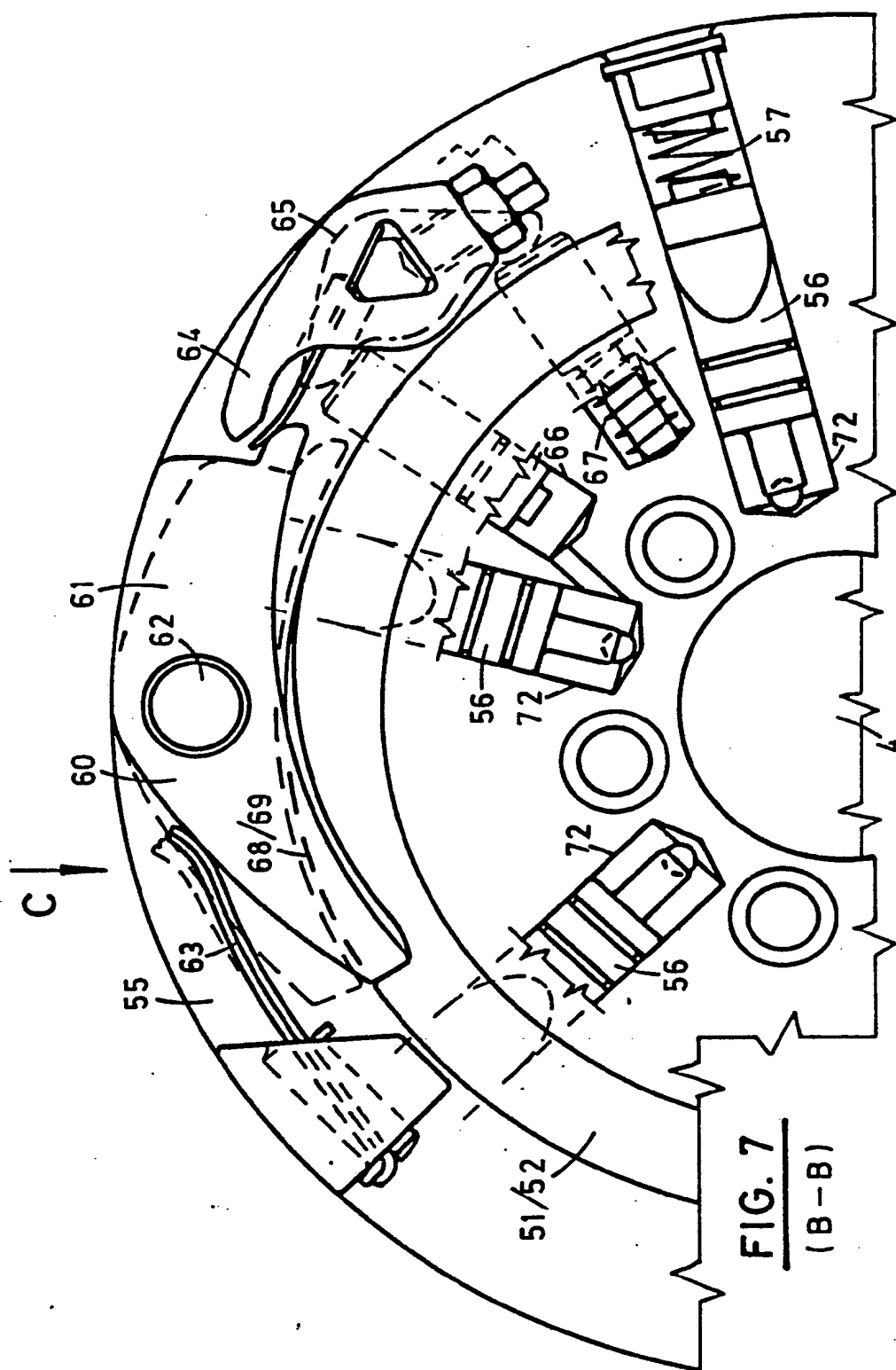
SPLIT - MOTOR FÜR KRAFTFAHRZEUGE  
Zeichnungsblatt 1



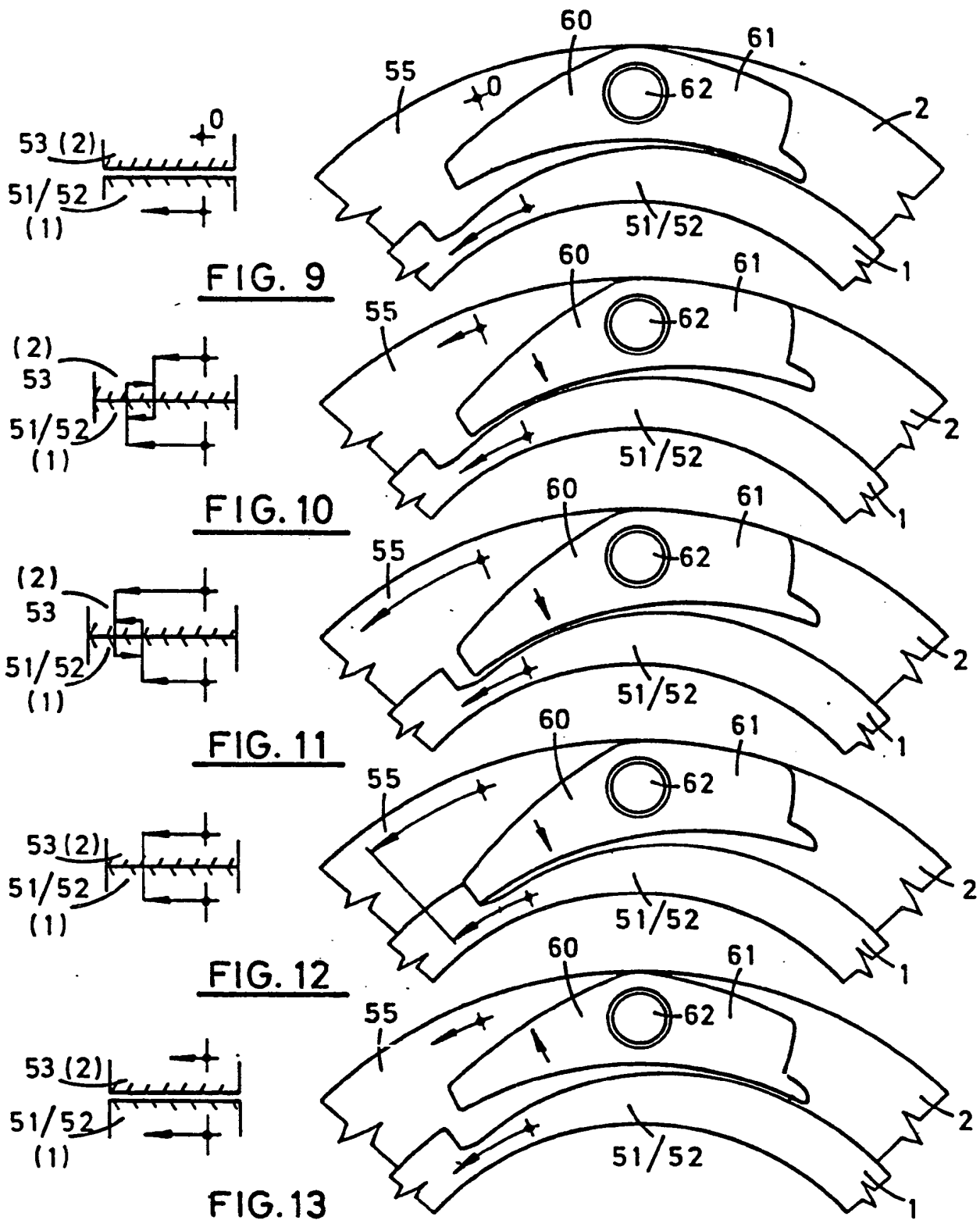




-67-



**FIG. 8**





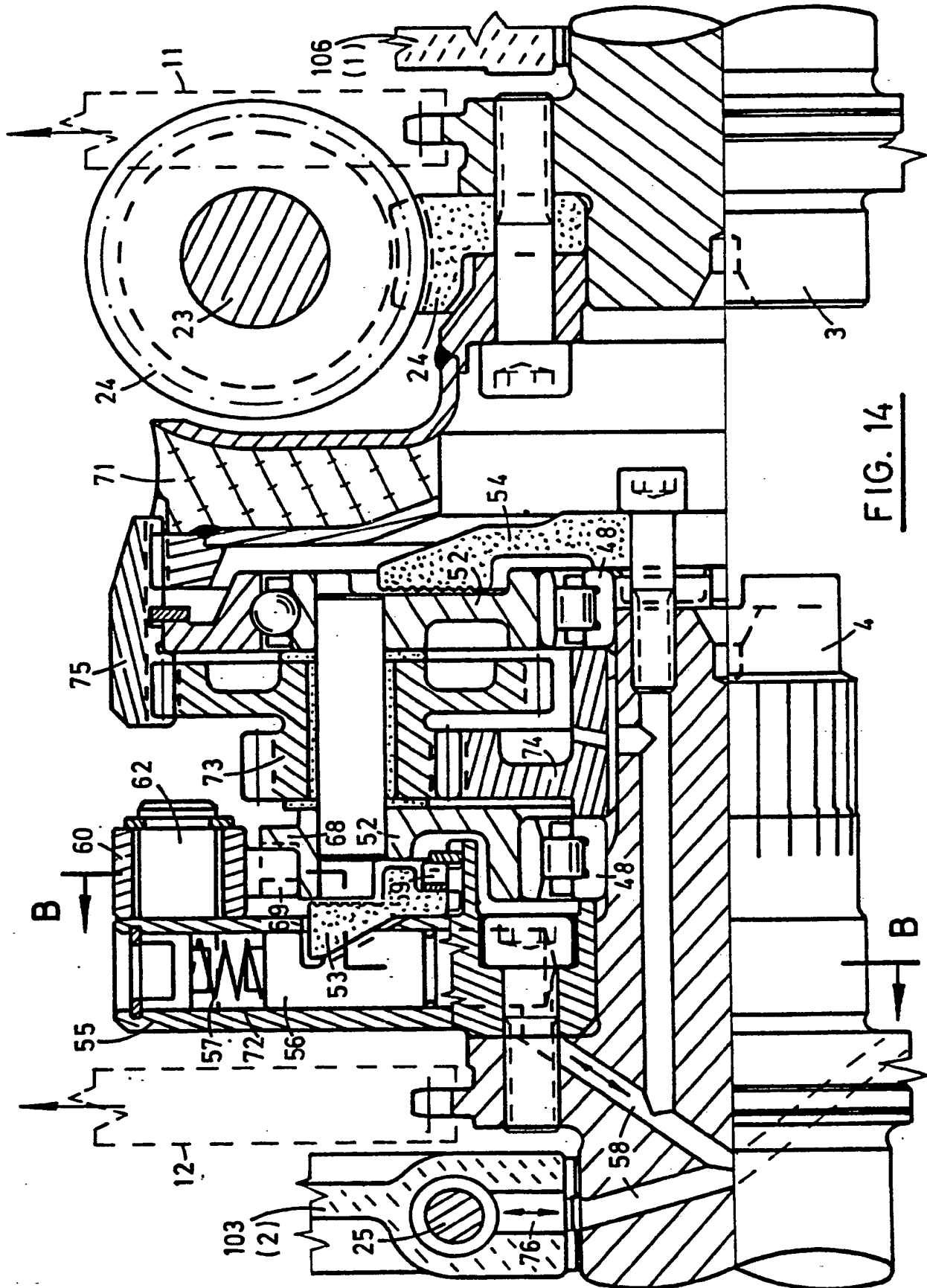


FIG. 14

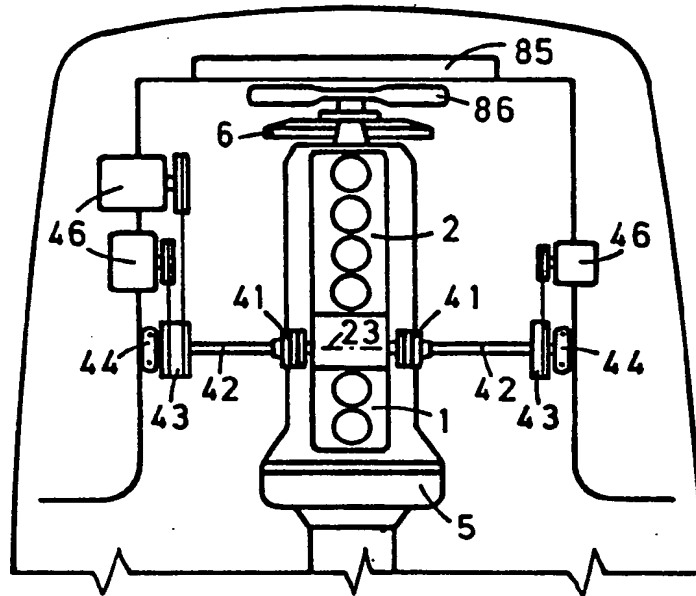


FIG. 15

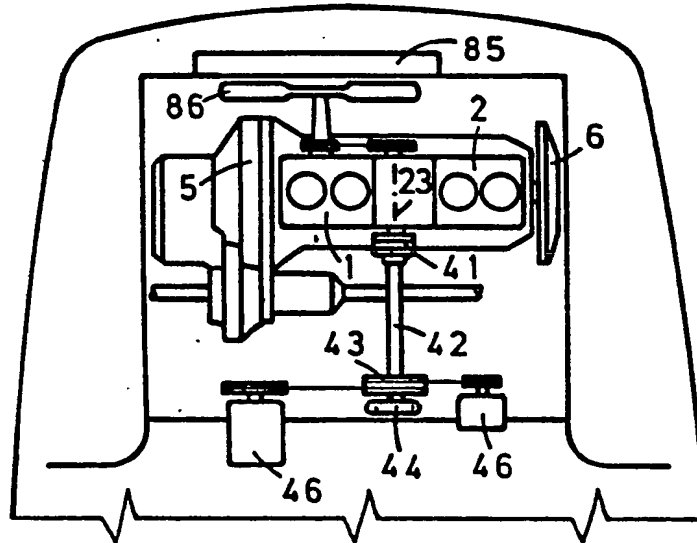


FIG. 16

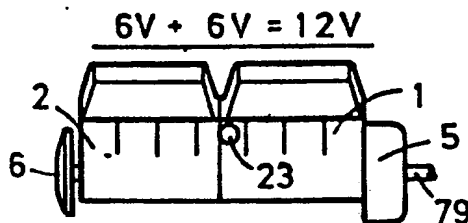
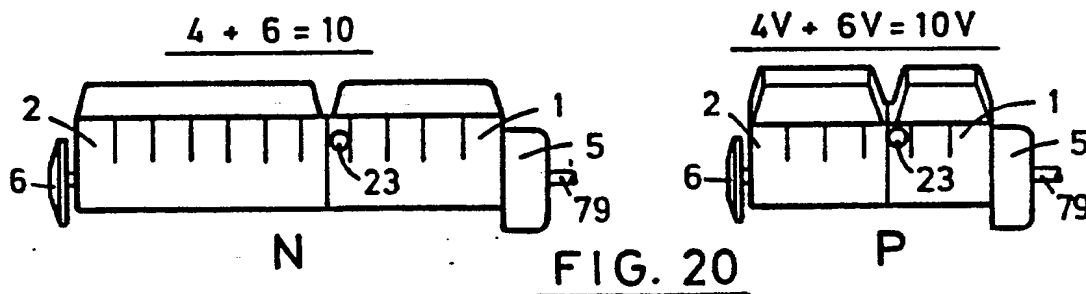
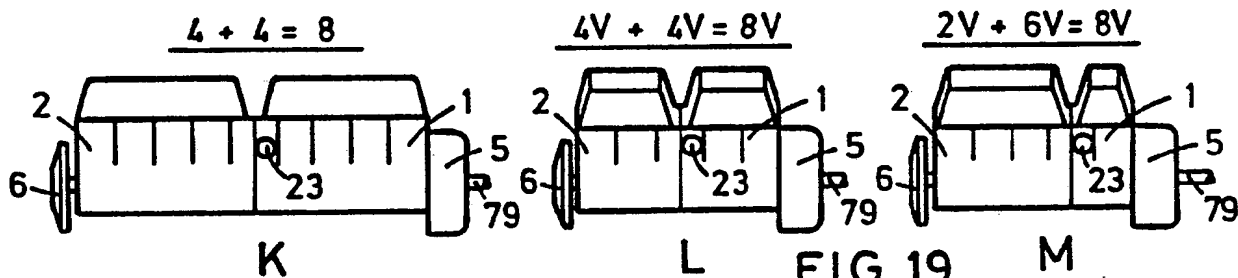
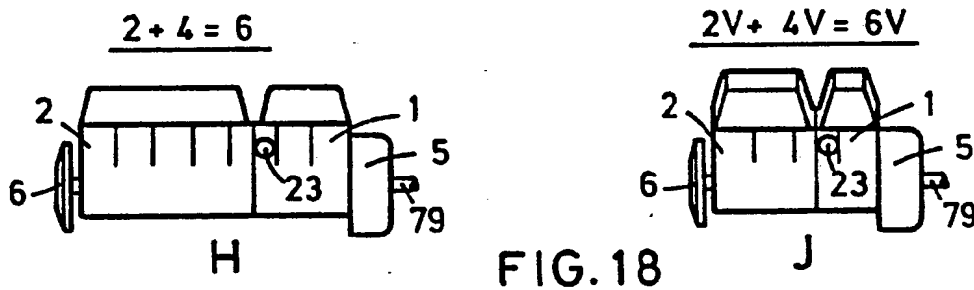
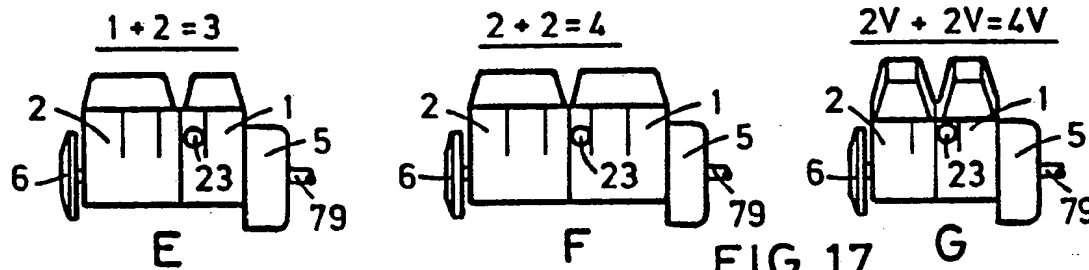


FIG. 21

E. T. C.

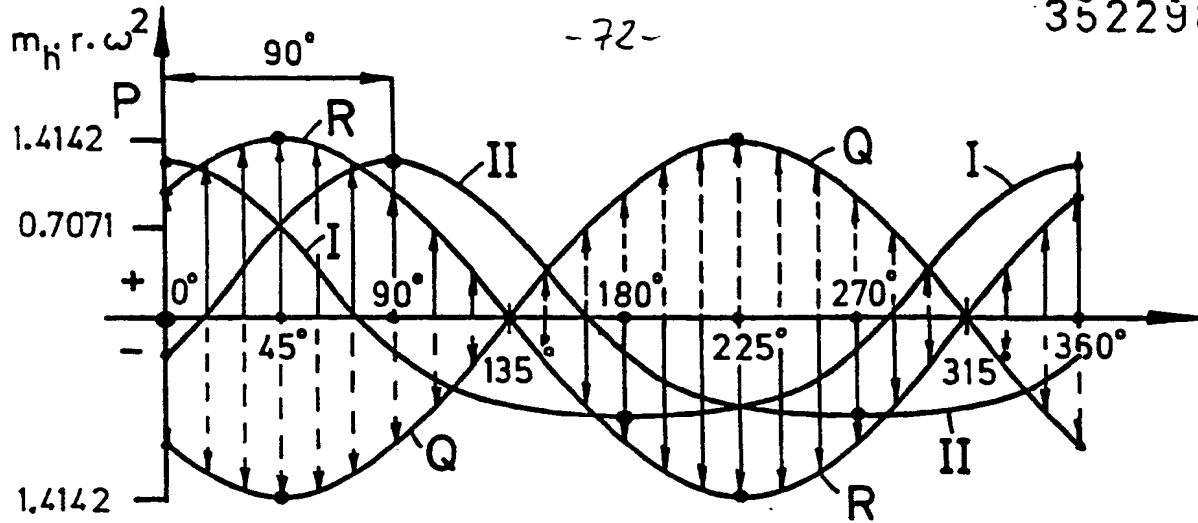


FIG. 22

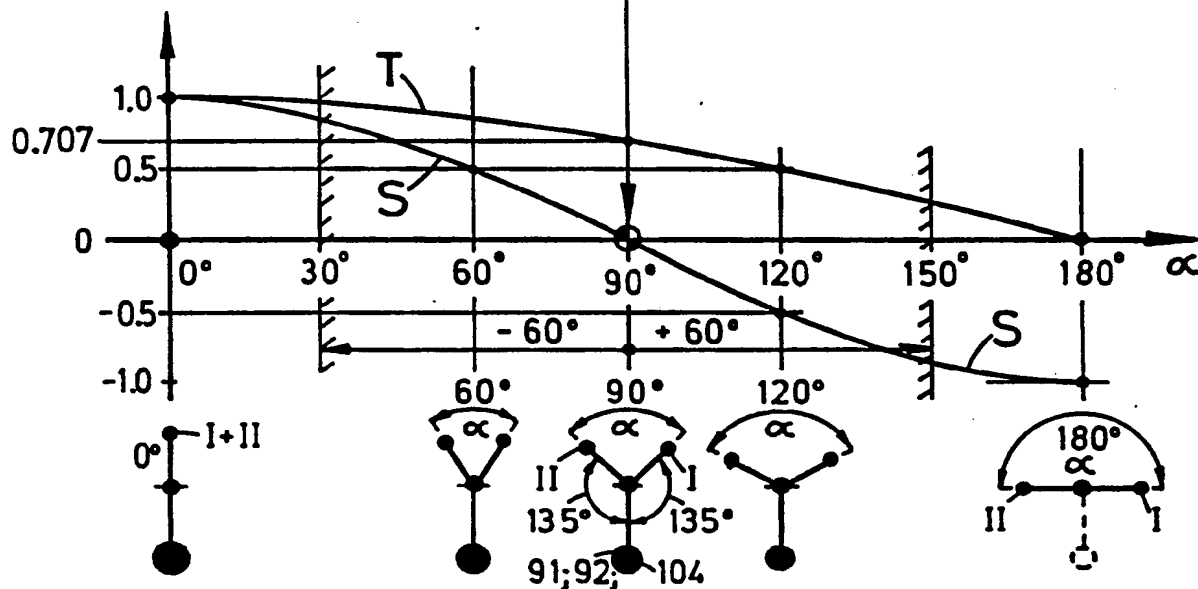


FIG. 23

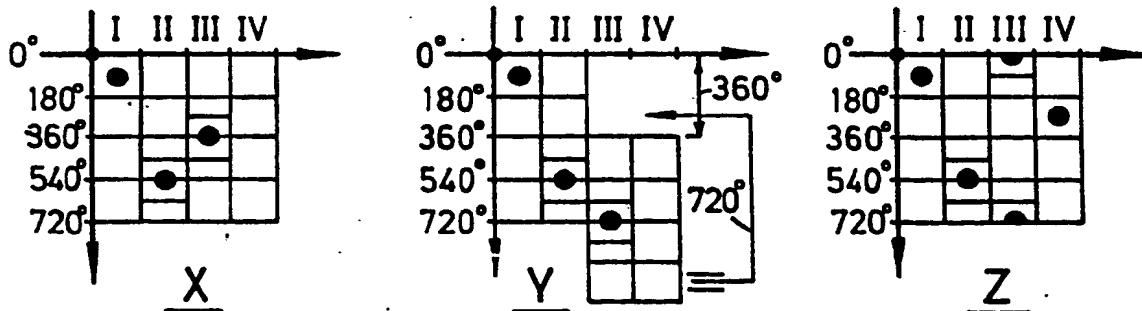
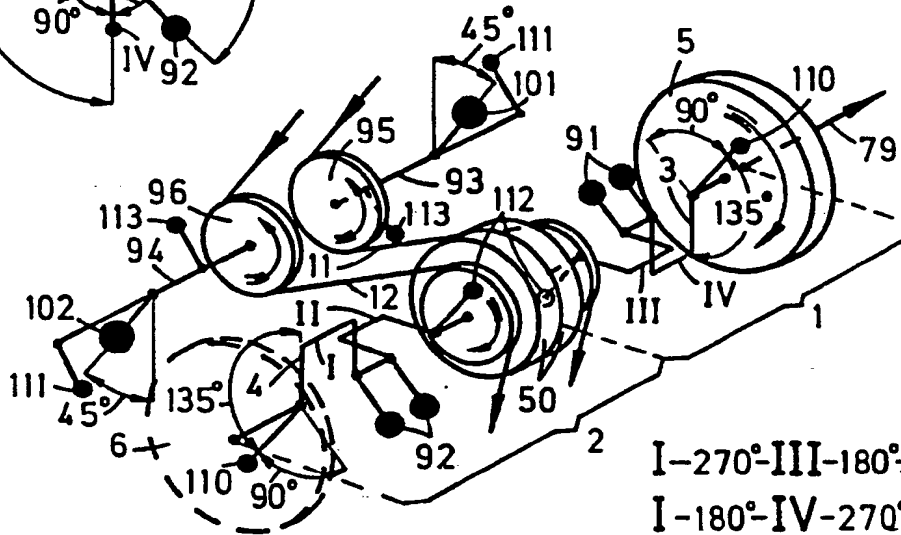
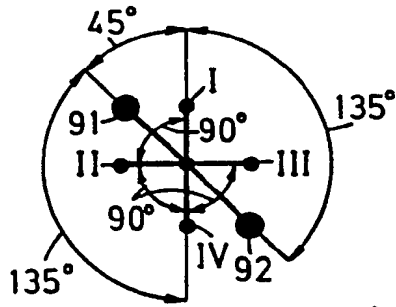


FIG. 24

-73-

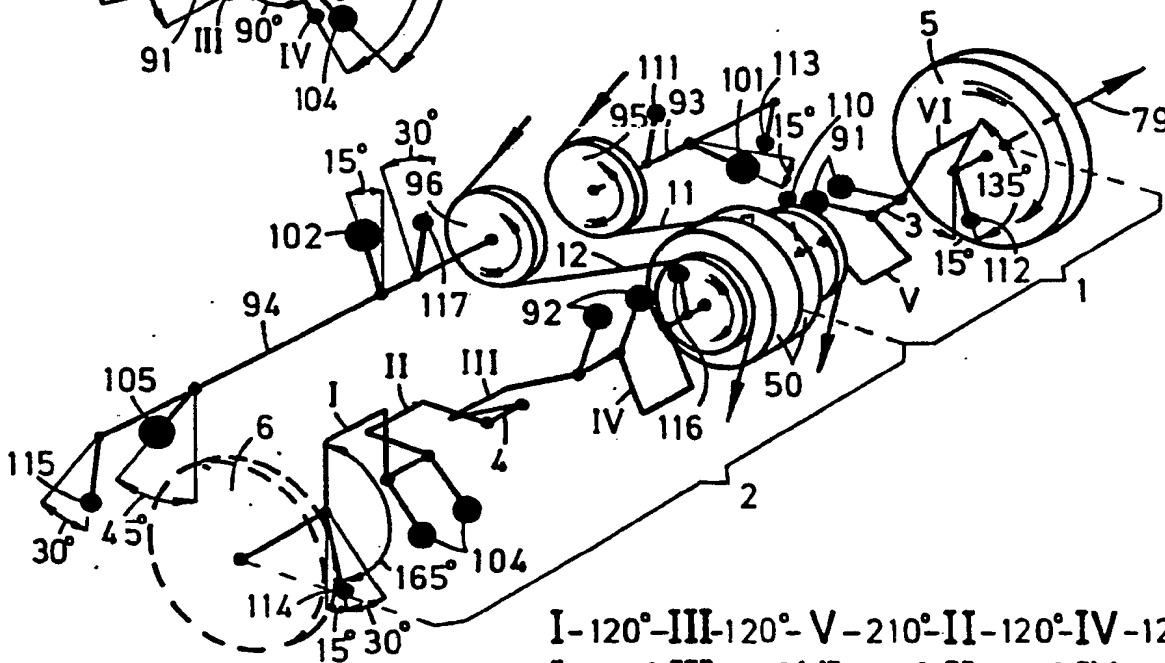
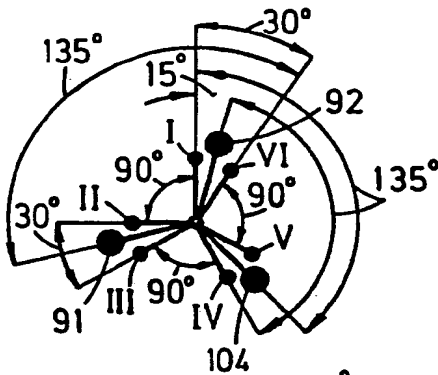
$$2 + 2 = 4$$



I-270°-III-180°-II-90°-IV-180°-  
I-180°-IV-270°-II-180°-III-90°

FIG. 25

$$2 + 4 = 6$$



I-120°-III-120°-V-210°-II-120°-IV-120°-VI-30°-  
I-120°-III-210°-VI-120°-II-120°-IV-30°-V-120°-

FIG. 26

- 74 -

3522988

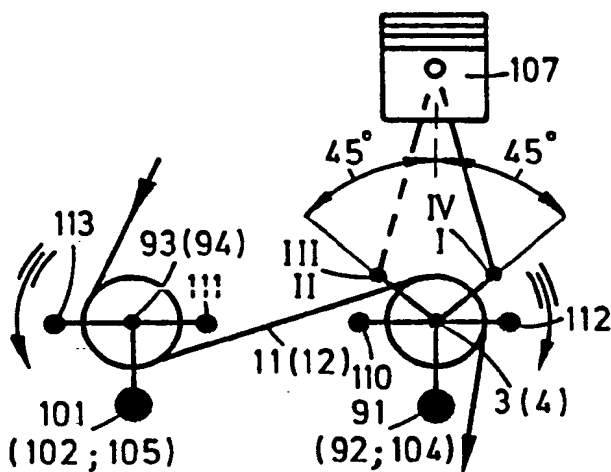


FIG. 27

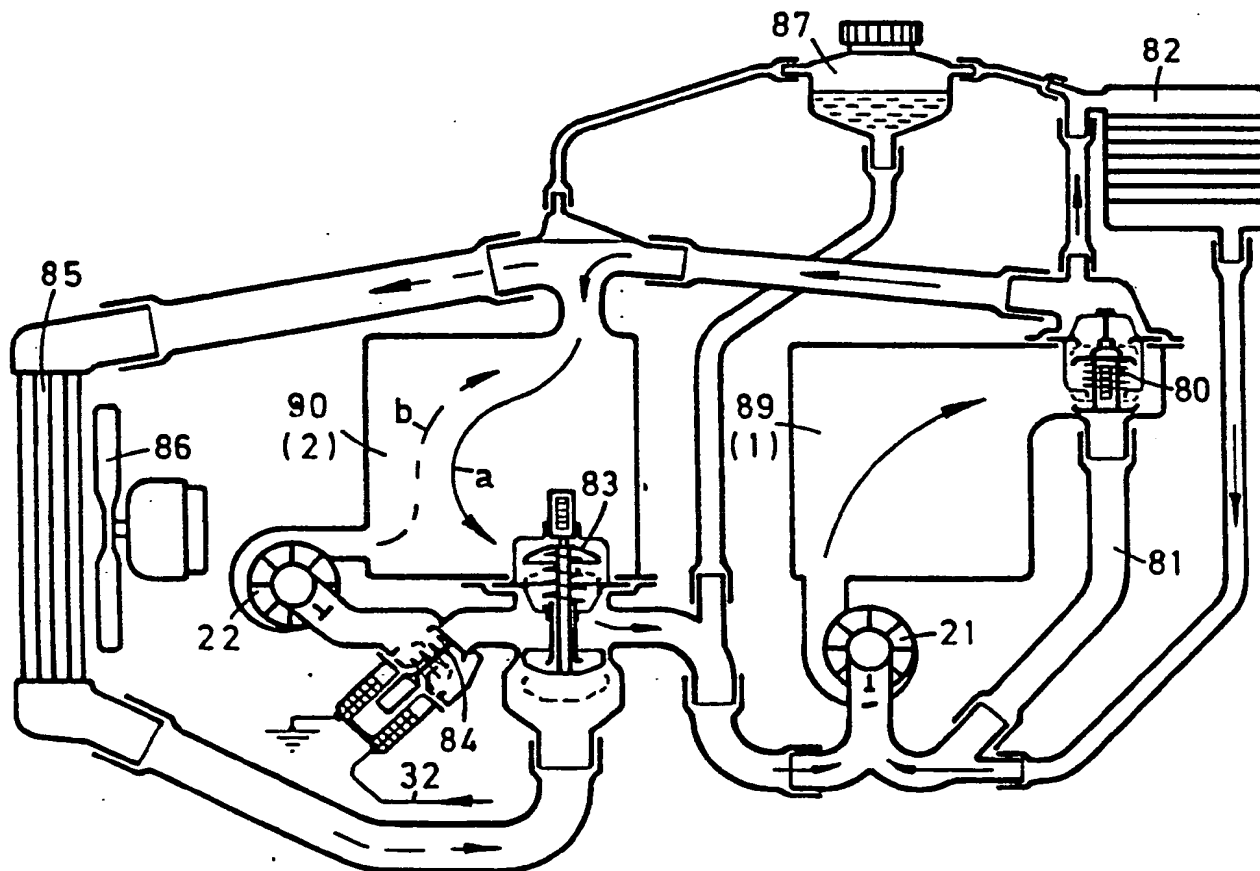


FIG. 28